Cambridge History of Science Series

剑桥科学史丛书

# 19世纪的生物学和人学

[美] 威廉·科尔曼 著 严晴燕 译

Biology and Medicine in the Nineteenth Century

复旦大学出版社

剑桥科学史丛书 Cambridge History of Science Series

# 19世纪的生物学和人学

[美] 威廉·科尔曼 著 严晴燕 译

BIOLOGY
OF
THE
NINETEENTH
CENTURY

复旦大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

19 世纪的生物学和人学/[美] 科尔曼著;严晴燕译.
上海:复旦大学出版社,2000.2
(剑桥科学史丛书)
书名原文:Biology in the Nineteenth Century
ISBN 7-309-02334-X

Ⅰ.1… Ⅱ.①科… ②严… Ⅲ.生物学史
Ⅳ.Q-09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 31965 号

© Cambridge University Press
Biology in the Nineteenth Century
William Coleman
本书经剑桥大学出版社授权出版中文版

**出版发行** 复旦大学出版社
上海市国权路 579 号 200433
86-21-65102941(发行部) 86-21-65642892(编辑部)
fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com
**经销** 新华书店上海发行所
**印刷** 江苏丹阳市教育印刷厂
**开本** 889×1194 1/32
**印张** 7.125
**字数** 185 千
**版次** 2000 年 2 月第一版 2000 年 2 月第一次印刷
**印数** 1—3 000
**定价** 18.50 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社发行部调换。
版权所有 侵权必究

# 英文版《剑桥科学史》总序

在西方世界智力劳动的成就中，科学的地位越来越突出。不管是出于宗教的目的，还是出于哲学上的探索，或者出于技术上创新的要求和经济上的考虑，科学的发展的确建立了自身独特的思想体系，而且还明确了专业训练和实践的具体标准。在这一过程中，又逐步建立了很有特色的社会团体和研究机构。相应地，科学——天文学，物理学及相关的数学方法，化学，地质学，生物学及医学的方方面面，还有关于人的研究——的历史，不但显示出极大的重要性和异常的复杂性，而且还为进一步分析研究提出了大量带有挑战性的难题。

半个多世纪以来，国际上有一批学者致力于各门科学的历史研究。他们的研究著作，只有具备相当水平的专业知识的读者才能真正理解，换言之，这类作者只热衷于为科学史领域的少数专业人士而写作。这就产生了一种悖论，即受过现代教育，并关注科学技术及其在人类生活和现代文化中的作用的人们，反而很难理解那些专门从事说明科学的概念演变和社会影响的学者的看法。

《剑桥科学史丛书》的主编和撰稿者们却是那些既致力

于科学史的研究，又面向广大读者的作者群体。各书的作者熟悉各自专业的学术文献，但要成书却很不容易，因为他们需要在综合科学史的最新学术成就和相关结论的基础上，再向普通读者讲述西方历史中各个重要时期内的科学活动，还要对这些科学活动作出言简意赅的评价和分析。本套丛书中各卷都是一个相对独立的整体，全套丛书就描绘出西方科学传统的全貌。此外，各卷都罗列了与其主题相关的内容广泛的文献评介，以利读者深入研究时参考。

乔治·巴萨拉

威廉·科尔曼

# 《剑桥科学史》汉译弁言

科学是国际性的文化。以科学为对象的科学史，也是国际性的文化。了解国际学术背景并进而在国际学术背景下工作，是我们发展自己的学术事业的必由之路。

巴萨拉和科尔曼编辑的这套科学史丛书，历时近 30 年，从 1971 年至今共出版 11 部（1971—1975 年由约翰·威利父子公司出版了其中的 4 部，从 1977 年起改由剑桥大学出版）。丛书的作者都是优秀的科学史学家。他们或者是国际科学史研究院院士，或者是国际学术组织负责人，或者是国际性学术奖得主，在国际科学史界占有重要的学术地位。他们以准确、精短的叙述和分析，继承了已有的科学史遗产，总结了新的科学史研究成就，纠正了对科学史的种种谬见和误解，勾勒出科学发展的复杂图景，为我们奉献了一批科学史著作的精品。

科学家们在他们的科学工作之外撰写科学史的历史相当悠久。

据说，欧德摩斯（Eudemus）在公元前 4 世纪写过天文学史和数学史著作。普罗克拉斯（Proclus）和辛普利西乌斯（Simplicius）分别在 5 世纪和 6 世纪有过关于欧几里得数学

史和前亚里士多德自然哲学史的论述。现代科学诞生即文艺复兴时期，古典权威的捍卫者和新科学的先驱都把历史作为斗争的工具。在他们心目中，只有历史古老性和权威性才是学术思想合法性最有力的论证。

到18世纪，科学家们撰写的科学史在两个方向上展开。在一个方向上，普里斯特利（Joseph Priestley，1733—1804）等人把科学史当作科学家们已经做的和能够做的事情的报告。其主要特征是按照作者所处时代关注的主题，着重描述相应专业的具体知识的演化，由此形成了科学家们塑就的持续至今的科学－历史传统。普里斯特利的《电学史》（1767）和《光学史》（1772）、蒙丢克拉（Jean Étienne Montucla，1725—1799）的《数学史》（1758）、巴伊（Jean-Sylvain Bailly，1736—1793）的《天文学史》（1775—1782），都是这个传统中的优秀范例。这个传统中的作品，有时候也被人们不太恰当地称为“内史”作品。与内史相对的另一种科学史传统被称作“外史”，因为它着眼于具体的科学知识之外那部分与科学事业相关的历史。在这个方向上展开的科学史，从斯普拉特（Thomas Sprat，1635—1713）开始。他撰写的《皇家学会史》（1667）是科学建制史而不是科学知识史。惠威尔（William Whewell，1794—1866）的《归纳科学史》（1837）可能是第一部科学通史著作。

19世纪末20世纪初，迪昂（Pierre Duhem，1861—1916）的研究，开创了把科学史研究建立在严格的文献考证基础上的风气。可以说，到这个时候，科学史研究的学术传统和基本范型已经奠定了较为坚实的基础。与此相联系，随着科学的职业化及其社会地位的提升，一些著名科学家，如海克尔（E.H.P.A.Haeckel，1834—1919）、奥斯特瓦尔德

(F.W.Ostwald,1853—1932)等人,主张从根本上改造传统史学,用科学家取代国王在历史中的地位,用以科学进步为基础的历史取代以经济、政治、战争和外交为主要内容的历史,从而确认科学在文化中的支配地位。与此同时,考古学、人类学和语文学等学科取得的一些重要成就,进一步充实科学史的内容,丰富了科学史的研究范围。科学史的成就及其独立价值越来越得到社会的认同;借助一些具体的社会形式,科学史与其研究对象一样,也开始了其职业化进程。

科学史的职业化大致有这样一些外在标志:1892 年,法国任命第一位科学史教授;1900 年,第一届国际科学史大会在巴黎举行;1912 年,萨顿(George Sarton,1884—1956)创办迄今最有影响的科学文化史刊物《爱西斯》;1924 年,美国成立了国际性的科学史学会;1923 年,辛格(Charles Singer,1876—1960)在伦敦大学学院创设科学史与科学方法系;1929 年,国际科学史学会成立;40 年代,哈佛大学授予第一个科学史专业的哲学博士学位;50 年代,科学史终身成就奖萨顿奖章设立。现在,全世界的科学史或医学史研究机构已达数百个,著名大学几乎都设有科学史教学机构或研究生培养计划,重要的科学史学术刊物至少数十种,每年发表的科学史书籍或论文数千部(篇)。

要在汗牛充栋的文献中,保持审视不同科学史观、取舍恰当的科学史方法、辨识科学史方向和潮流、鉴赏优秀科学史作品的能力,对于外行,甚至职业科学史学家来说,都是一个相当困难的问题。感谢剑桥科学史丛书的编者,他们为我们选择了当代科学史著作的珍品,为我们了解这一领域的优秀成果提供导引;也要感谢剑桥大学出版社和复旦

大学出版社的精诚合作，特别是龚少明先生、林骧华先生的卓有成效的工作，感谢剑桥大学出版社版权部主任克里斯蒂娜·罗伯茨(Christina Roberts)和中国访英学者周午纵先生的热情帮助，经过众多译者的艰苦案头工作和出版社编辑的认真审校，这套丛书的汉译才得以问世。

剑桥科学史丛书从一定意义上反映出第二次世界大战以后世界各国科学史领域的重大成就。丛书既为文化史和各相关专业的学生和学者提供了高水准的参考书，又为一般读者提供了了解科学文化发展的指南。每部书末附有进一步的阅读文献，其间夹有作者对相应文献的简要评介，为有兴趣者进一步研究指出了门径。更为可贵的是，丛书在论述过程中渗入了科学史的现代研究方法和思维方式。应当说，寄寓于优秀科学史著作中的科学史观和科学史方法，是最有生命力的。

我国改革开放以来，已经翻译出版了不少优秀的科学哲学著作和一定数量的科学社会学经典著作。相比之下，优秀科学史著作的翻译出版相当薄弱。从学术研究的角度看，这种情况不仅不利于国内科学史界了解国际学术背景，而且也使科学哲学和科学社会学研究缺乏必要的科学史基础。科学哲学和科学社会学的深入研究，离不开对新的重大的科学史成就的分析、诠释和概括。这套丛书的翻译出版，如能为相关学术领域研究的深入发展起到一些积极的作用，则幸甚。

任定成

1999年12月于承泽园

# 内容简介

本书是《剑桥科学史丛书》中的一种，简要而全面地介绍了生物学从1800年时的一个模糊术语到19世纪末时一门生机勃勃的科学的发展过程。

19世纪的生物学家可以分成三部分：第一部分主要由解剖学家、组织学家和胚胎学家组成，认为弄清动植物的形貌和结构最为重要；第二部分关注所有生物形形色色的生命过程；第三部分最关心的则是各种动植物之间、生物与其周遭不断变化的环境之间过去和现在的关系。本书作者科尔曼教授通过对形态、功能、变异等重大主题的讨论揭示了19世纪生命科学的发展历程，为科学史和西方文明通史的修研者提供了一部理想的教科书。

# 目　录

第一章　生物学 …… 1
第二章　形态:细胞理论 …… 18
第三章　形态:个体发育 …… 38
第四章　转型 …… 62
第五章　人学 …… 99
第六章　功能:动物机器 …… 128
第七章　对实验的追求 …… 175

文献提要 …… 183
英汉译名对照 …… 202

# 第一章
# 生物学

生物学诞生于19世纪初。首先，出现了“生物学”这个词；经过了一个世纪的不懈努力，生物学成为一门生机盎然的科学。生物学是研究有生命物体的科学，包括描述和解释生物的结构、维持生命所必需的生理过程及其繁殖方式等等。在自然现象中，给人印象最深的，莫过于所有动植物中各个部分的节奏和活动所表现出来的协调一致。从古希腊时起，完整的生物体是所有选择研究活体的人们所看到的主要现象和需要研究的基本问题。直到现代，人们对这类问题的关注仍未减弱。况且，可以从不同的角度来研究植物或动物的组织，这些专业兴趣的差别产生出不同的学科、引人了新的用于研究和展示结果的技术，事实上也培养了许多不同专业的学者。

这就是生物学在19世纪的情况。“生物学”这个词最早出现在1800年出版的一份不起眼的德国医学文献的一个注释中。两年以后，德国的一名博物学家戈特弗里德·特雷维拉努斯（Gottfried Treviranus）和法国的植物学家（后来又成为动物学家）让·巴蒂斯特·德·拉马克（Jean Baptiste de Lamarck，1744—1829）[①]，分别独立地在他们

① 法国生物学家，最先提出生物进化理论，后称拉马克学说，在其名著《动物学哲学》中，提出器官用进废退、获得性状的遗传等理论，创用“biology”词（1802）。——译注

的论著中又一次使用了这个词，这样就引起了人们的极大关注。到了 1820 年，这个新词在英语中已经有些流行了。然而，生物学很快就被确定为法国著名社会哲学家奥古斯特·孔德（Auguste Comte）实证哲学中的一门重要的高级学科，通过他在 19 世纪 30 年代的著述及其追随者们后来的倡导，这一术语赢得了一批拥护者并开始将许多原本分离的学科和学者纳入其麾下。

但是，仅凭一个术语不能构建一门科学，而且早期的生物学定义在推广到当时流行的对动植物的研究的同时，又有其局限性。特雷维拉努斯认为：

> “我们研究的对象是生命的不同形态和现象，以及导致各种生命形态和现象发生的条件、规律及原因。对于研究这些问题的科学，我们称之为生物学或生命科学。”

而拉马克则认为：

> “生物学是大地物理学三个分支中的一个，它的内容涵盖了与生命体相关的所有方面，尤其是生命体的构造、它们的发育过程、由于长期的生命活动而获得的结构上的复杂性以及创造特殊器官并通过专注于某种特殊行为而使它们与众不同的倾向等等。”

这些定义都明显遗漏了生物学所应该具备的一个重要部分，即，特雷维拉努斯和拉马克都没有在这门新科学中给予传统的博物学以合适的位置。自 17 世纪开始，对矿物、植物和动物的描述和分类一直在不断进步，并取得了丰硕的成果；而 18 世纪的博物学，对自然产物（指矿物、植物和动物，它们与人类的手工产品相比，可被称为自然产物）已有了较为彻底的了解。博物学从本质上讲就是对自然产物作概括性的描述，而其实践者则可以很自然地被称为博物学家。但是各类专家早已活跃非凡，研究植物的人被称为植物学家，研究动物的人则被称为动物学家。博物学家、植物学家和动物

学家都把注意力集中在物种的外在形象和地理分布上，并探究不同的植物和动物之间可能存在的关系。其主要目的，是为了对生命体和矿物质进行更完全的计数以及更精确和更实用的分类。

那些发明生物学这个词的人，希望能对所有研究生命的人的兴趣和探索方向进行重新定位。他们最关心的是生物体行使功能的过程，这些过程合起来所产生的结果很可能就是生命本身。他们的兴趣使得生理学从传统的医学研究（生理学的前身）扩展到了对植物和动物各种生命过程的研究。英国的生理学家威廉·劳伦斯（William Lawrence）认为，单单没完没了地扩展博物学描述的宝藏是不够的，还应对它们进行进一步的深入探索。我们必须“探讨动物（和植物）结构的活性状态”，同时要清楚地知道“观察和实验是我们了解生命知识的唯一源泉”。生物学这个词，很好地满足了它作为研究诸如呼吸、世代传递和感受力等生命功能的科学的要求。在进入19世纪之前，生物学和生理学实际上就是同义词。

但这并不意味着博物学家们传统的兴趣和实践就没有用处了。在整个19世纪，博物学一直是一个有光明前景的职业，尤其是在19世纪快结束时，一些有远见的人甚至认为它是生物学家们必须给予足够重视的一个职业。但是动植物生理学的发展却更迅速，并产生出一门新的、很有潜力的基础科学。生理学本身是一门古老的科学，研究生理学的人为了能对人体的生理研究有所启发，经常去研究动物的生理（不过，很少有人去研究植物的生理），但是生理学研究最终针对的仍是人体的功能，而且主要是出于医学的考虑。在1780年之前，除了一些为数不多但意义重大的例外之外，几乎没有什么人是为了研究人体生理学而去研究动植物的生理的。在大多数人的印象中，生理学与医学是融为一体的：在进入19世纪后好长一段时间里，大多数生理学家都受过专门的医学训练，并且常常以讲授医学、有时以行医为其主要的谋生手段。而生物学这个术语及其所隐含的内容，即它将涉及所有与生命——包括植物、动物和人

类——有关的现象，暗示了这门学科以后的发展。19 世纪的生物学虽然没有严重忽视博物学，但的确是有意识地转向了对有机体的深入分析，并且逐渐地在学识和机构上脱离了它的医学根源。1800 年时还只是被看好的这个术语，到 1900 年时，已经成为一门充满活力并且独立存在的科学了。

## 生物学家和他们的机构

大学和研究所一直处在现代欧洲科学研究的中心。这些机构的质量和活力在 18 世纪发生了很大的变化。在那些大学，尤其是它们的医学院中，发生了一种明显的变化，即他们的成员出于冲动和兴趣都把自己的最大兴趣转向了生命科学。荷兰的莱顿大学，在一批出色的教学以杰出的研究为支撑的教授的领导下，统治了 18 世纪早期的医学。莱顿的地位后来被认为由爱丁堡所取代。法国医学教学和生物学研究的方式因大革命而发生了变革。1790 年后，巴黎奋起直追，并取代了爱丁堡作为西方世界医学和生物学研究中心的地位。但是法国的统治地位只保持到 19 世纪 40 年代。当时，莱茵河畔的影响开始若隐若现，不久，德国人就占据了生物学和医学的统治地位。

德国的大学或许是 19 世纪最杰出的研究机构。它们在所有的学术领域都有很大的影响，而在科学——不仅仅是医学和生物学——上，更是独领风骚。许多新的观点和富有创造力、受过良好训练的人都来自德国。一直到 19 世纪最后的几十年，在世界各地——从俄国到美国，从日本到非洲——仍可以感到德国在生物学方面的影响。只是由于第一次世界大战和纳粹对大学、研究机构及其成员的清洗这两大灾难，才使德国失去了在生物学领域的领导地位。

当然，医学和生物学所关注的内容并不是同等广阔的。然而，

一般来说——这样说通常站得住脚，而且容易理解——现在被认为主要属于生物学范畴的许多问题，最初则是医学研究的对象。这一点，在上面所提到的理论医学或生物学内容和术语的演变过程中可以得到证实，而在植物学的发展过程中就更明显了。药物学教授是医学院的一个重要的基础职位，其任职者的任务是讲授植物的药用特性，拓展药物的主要来源，通常还需要管理学院的药草园。经过几个世纪的实践，药物学教授逐渐演变成专门研究植物——即植物学——的职业。例如，现代著名的植物学家卡罗勒斯·林奈（Carolus Linnaeus，1707—1778）[①]就是如此。植物学的研究还促进了对低等生物尤其是微生物的研究。

在19世纪期间，这种演变像大多数学科分支的演变一样，其速度不断加快。当生物学逐渐成为一门职业时，科学也正日趋专门化。植物学家和动物学家已属专家之列，接着更多的称号加入进来了：生理学家（非医学意义上的）、组织学家、胚胎学家、古生物学家、进化生物学家、细菌学家和化学家。这一过程一直延续到20世纪，并且其步伐没有减慢。

这些专家和普通生物学家与所有需要高深学识的职业一样，都需要特别的训练、工作的机会、资金、从事研究的空间和设备、给新成员传授知识的设施以及方便、有效地发布新发现和讨论重大问题的交流工具。这就给社会提出了许多要求，其中最明显、也永远最难满足的就是钱。在19世纪的法国，科研资金的严重缺乏是一个公开的事实，并毫无疑问地导致了这个国家的科学工作——包括生物学——在数量和质量上的急剧滑坡，虽然在那里并不缺乏天才和勤奋。在英国，著名的研究机构主要是由私人资助的。牛津和剑桥一直重视数学，而对其他科学工作的投资却非常迟缓并且不很情

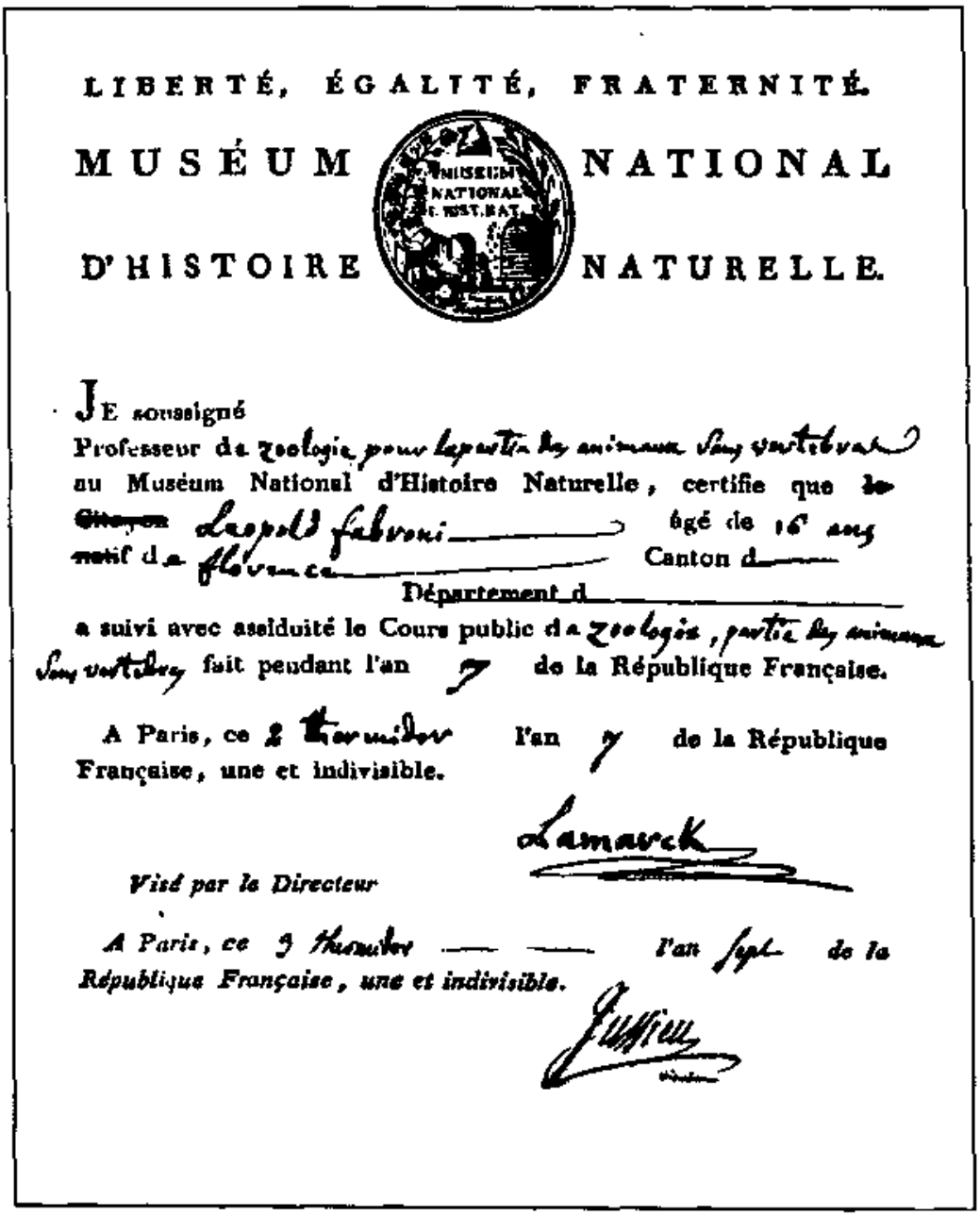
① 瑞典博物学家，创立双名法，最早阐明动植物种、属定义的原则，为近代分类学奠定基础，重要著作有《自然系统》、《植物属志》等。——译注

愿。直到1870年，米歇尔·福斯特（Michel Foster）才在剑桥大学的三一学院获得了一个研究生理学的职位，这是实验生物学在英国获得有效资助的开始——相对而言，是比较晚的。在巴黎克劳德·贝尔纳（Claude Bernard，1813—1878）[①]门下受过训练，并活跃于1857年以后纽约科学界的约翰·道尔顿（John Dalton，1825—1889），为将新的实验生物学引入美国作出了贡献。然而，这种工作需要相当的物资条件，例如，必须有实验室，购买实验设备，还要有学生作为助手等等。因此1876年，在一份巨额捐助的支持下，在约翰·霍普金斯（Johns Hopkins）大学创立的生理学实验室及其教授职位就显得十分重要。这所新的大学对生物学研究给予了极大支持，并且很快就获得了回报——不仅取得了重大的科研成果，更重要的是还造就了一代卓越的研究者和教师。

自然博物馆作为重要的生物学机构，长期以来一直是公共和私人资金最愿意投资的对象以及公众最仰慕的地方。古时候，博物馆就因拥有动植物标本而闻名，到了文艺复兴时期，在当时收集各种各样异域事物的热情的影响下，博物馆获得了振兴。植物园通常收集干制的标本，对动物则由于保存问题而不那么乐于收藏。博物学藏品的收集最初是从国家机构出于研究和博物馆收藏的双重目的开始的。作为皇家植物园的巴黎自然博物馆建立于1635年；英国的博物馆建立于1753年，它的博物学收藏品在1881年时已具有了特殊的、基本上独立的地位了。在美国，则是私人投资走在了前面。1812年，在市民的资助下，费城建立了自然科学馆；19世纪50年代，路易斯·阿加西（Louis Agassiz，1807—1873）[②]创立了哈佛大学比较动物学博物馆；而全国规模的收集，则一直到华盛顿史密森学

① 法国生理学家，实验医学的奠基人之一，发现胰液能分解脂肪及肝脏的糖原生成作用，著有《实验医学研究导言》。——译注

② 美籍瑞士博物学家和地质学家，从事冰川活动和绝种鱼类的研究，促进了冰期学说的发展，著有《关于鱼化石的研究》、《冰川研究》、《美国博物学论文集》等。——译注



LIBERTÉ, ÉGALITÉ, FRATERNITÉ.

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE.

JE soussigné
Professeur de zoologie pour la partie des animaux sans vertèbres
au Muséum National d'Histoire Naturelle, certifie que le
Citoyen Leopold Fabroni âgé de 16 ans
natif de Florence Canton de
Département de
a suivi avec assiduité le Cours public de zoologie, partie des animaux
sans vertèbres fait pendant l'an 7 de la République Française.

A Paris, ce 2 Thermidor l'an 7 de la République
Française, une et indivisible.

Lamarck

*Visé par le Directeur*

*A Paris, ce 3 Thermidor — — l'an 7e de la*
*République Française, une et indivisible.*

Jussieu

图 1.1　许多自然历史博物馆不仅收集、陈列标本，还提供植物学和动物学的高级指导。这份文件证明了意大利托斯卡纳区的利奥波德·法布罗尼曾听过让·巴蒂斯特·德·拉马克在巴黎自然博物馆开的关于无脊椎动物的课。拉马克就是在这门著名的课程中发展了他的进化观点。（美国哲学学会）

会成立以后(1846)才成为可能。

所有这些方面,在德国由各个州支持的、新的或重新恢复的科学和生物学学院中,都以一种夸张的形式得到了同样的发展,其中,普鲁士走在了前头。1809 年,一个旨在成为世界上最伟大的高等学府之一的大学,在柏林诞生了。在布雷斯劳(Breslau, 1811)和波恩(Bonn, 1818)也奠定了新的基础。巴伐利亚(Bavaria)州政府 1826 年建立了慕尼黑大学,它的发展昭示了德国大学的独特前景。1826 年在慕尼黑大学设立了第一批教席,70 年后,它已经拥有了 178 名教员,其中 98 位具有教授头衔。该大学注册学生 3 798 人,其中 1 485 人学习医学和药学。学校有 4 位教授和 13 位具有不同头衔的助教专门从事现存的和已灭绝动物的研究。此外,该校还创建了各种各样的专门机构,并为它们提供资金和人员,从事动物学、生理学、古生物学等方面的深入研究。

这些附属于大学的、从事研究和培训工作的研究所成了德国科学界的典型特征,它获得的巨大成就令其他国家的类似机构羡慕不已。在这些机构中,最耀眼的或许就是附属于大学医学专业的生理学研究所。卡尔·路德维希(Carl Ludwig, 1816—1895)1869 年在莱比锡建立的具有相当规模和独立性的研究所,是由这位生理学家自己设计、符合其心目中的生理学特殊要求的机构。该研究所建筑的外形是一个 E 字形,它的主干和外侧的两翼分别对应于生理学的不同分支——动物实验、显微解剖和化学;中间的一个较短的翼是一个讲演厅。该研究所有设备齐全的实验室,还有一个科学图书馆,并由受过训练的助手协助研究和教学。实际上,正是这种原创性研究与教学的结合,构成了德国各类机构中高水平大学工作的特点。攻读更高学位(硕士或博士)的学生需要参加教授或研究所研究项目,对他们进行培训是研究所工作中不可分割的一部分。这些学生属于已经在其终生职业中开始工作的研究型学生,这给原创性研究的持续进行提供了动力。这种动力是非凡的,以至于在 1870

年后，当德国的政治、经济和知识活动彻底规范化后，在德国的大学和研究所中工作过的经历，成为所有希望在生物学领域有所建树的人履历中不可缺少的一部分。

生物学作为一门科学的一些比较重要的特征包括：在大学设立专职教师，招收专门的学生；具有装备齐全的、用于教学和科研的实验室；创办专业组织及专业期刊和其他出版物；不断增加博物馆收藏品，开辟新动植物群的收藏，尤其是通过海边的研究所，增加海洋生物的收集。很少有人会去探讨这些行为的原因，但对自然和有生命事物的感情和喜悦，与单纯的求知欲和民族的荣誉感，在博物馆的发展过程中显然具有同样重要的作用。农业和卫生工程等学科由于希望从生物学中获得益处，因此会提供支持；而潜在的医学用途，以及培养医生的需要，则促进了生理学和其他生物学专业的发展。德国大学自我鼓吹的理想——即每个人都有学习和教学的自由（*Lernfreibeit* and *Lehrfreibeit*），而学什么、教什么则全凭自己的正确判断——向世界宣称，学习凭其本身的价值而有价值，社会实用性及可应用性思想和行为并不一定是评判所有思想与行为的最好标准，并认为，大学所从事的事业，确确实实就是理性人类的最高造诣。在这种较高层面上，生物学也找到了合适的位置。

## 19世纪生物学的主题和结果

19世纪的生物学没有现成的、统一的学说。思想的多样化避免了过分简单化的历史归纳，是生物学生命力和意义的真正所在。对科学的多样化及其细节必须像阐述贯穿这段时期生物学的基本主题一样予以重视。然而，对这些基本主题的历史解释（historical explanation）仍然必须首先加以强调，因为这是19世纪进化论者的先决条件。它的影响渗透到生物学的各个领域，除了在动植物的世代问题和诱导变异问题外，在原始的细胞理论中，在对胚胎发育过程

中变化的描述及解释中，在进化的各种学说中，以及在自然和人类社会各种关系的理论中，也都能发现历史解释的痕迹。我们并不需要像推测上帝创造天地时那样列举冗长的事实。我们只要仔细地确定已有的条件以及接踵而来的结果，就能获得满意的答案。自然规律是不变的，而所有的必然过程都要利用先前的事件，将来是建立在已存在的过去的基础上的。后者和前者之间牢不可破的关系构成了历史过程，这一观点虽然早些时候曾遭到休姆和坎特的强烈批评，但仍被认为是正确的因果关系。有一种观点认为事物根本就不发生变化，另一种更普遍的观点则认为事物在历史过程中发生着没有方向、永无止境的循环变化。这两种静止的观点全都忽视了宇宙哲学、地质学和生物学提供的论点和论据，即循序渐进的变化是自然现象最突出的特征。

预成论的批评者和胚胎逐渐分化理论的早期倡导者伊格纳茨·德林格（Ignaz Döllinger），于1824年写道："一种完美的……让人满意的解剖学必须说明人体各部分开始形成的时间和方式。"解剖学家必须确定身体的各种组织，并知道它们是何时以及怎样分化而来的；他也必须关注器官是如何从这些组织发展而来的，而成熟的身体又是如何在这些元件的基础上形成的，并进而追踪身体一生的变化。这可以称得上是"完美的解剖学"，因为它将结构与所有重要的发育过程联系了起来。历史的解释或有时所称的演变的解释（genetic explanation），是一种让人满意的解释。30年后，杰出的进化论哲学家赫伯特·斯宾塞（Herbert Spencer，1820—1903）[①]抱怨地说，人们"习惯于从静态的观点而不是从动态的观点来看待事物"，他们"将永远无法意识到这样的事实，即任何微小的变化，最终都可能产生不同程度的改变"。这里，斯宾塞强调了历史解释对进化论

① 英国哲学家、社会学家，认为哲学是各学科原理的综合，将进化论引入社会学，提出人类社会"适者生存"说，著有《综合哲学》、《生物学原理》、《社会学研究》等。 ——译注

学说是至关重要的：由个体的微小变异积累起来而获得的总变化，由于对其潜在变异缺乏限制，所需时间冗长，变异有各种可能。

历史解释的关键原则，在比较语言学的兴起中得到了极好的反映。19世纪的比较语言学发展是成功的，它的结论对生物学家关注的各种问题作了极有价值的阐释。18世纪的语言研究者将思维看作是思想的演算，通过研究思想就可以直接分析出表达这些思想的词句。他们假定人类的心理过程具有一贯性，在此基础上，力图搜索一个永恒不变的普适的语法规则。这个新的规则是没有时间限制的，它也不会发展。去搜索甚至更糟糕地去找出一个普适的语法规则，很可能意味着对现在和过去存在着的极其重要的语言多样性的否定。然而，对梵语结构及其与各种已灭绝的和现存的西亚和欧洲语言结构进行仔细的比较研究显示，语言之间的相关程度明显归因于它们的亲缘关系，而不是普适的语法规则。伟大的东方学专家威廉·琼斯（William Jones）1786年宣称，任何语言学家在考查了梵文、希腊文和拉丁文后，都会相信它们具有某种共同的起源——这种共同的起源可能现在已经不存在了。语言的次要特征，不管有多明显，都不能使这种关系变得模糊。这种关系如今牢固地建立在共同的世系和发展产物上。由于琼斯的工作以及后来德国语言学家们的努力，产生了在19世纪取得令人瞩目成就的语言学历史学派。对这个学派来说，演变的解释才是真正的解释。时间确实是检验万物的标准，根据已发生的事件，自然界的发展既不是静止的，也不是永远循环的。语言、人类社会和所有生物，都有机地从孕育再到生长。他们的生命过程是对新事物不断出现、预期的事物发生偏差以及过去环境所留下的奇怪残骸的反映。仅仅参照有序而稳恒不变的统一体的亘古常在性，看来越来越不能解释自然这个动态的实体了。相反，我们必须了解变化是如何发生的，并且相信，世界的变化本质，在各种现象中将得到不断的证实。虽然自然的法则是始终如一的，但是这些法则的产物并不一定永远都是一样的，而在这

些法则控制下的各种过程其实就是变化的本质。这些法则和变化给19世纪的生物学家提供了一种解释以及许多非常值得重视的现象。历史的解释强调过程，强调事物永不停止的变异，这种强调明显地体现于19世纪进化论者试图解释控制有机体转型机制——不管是环境作用还是自然选择——的努力中。但是这种对过程或变化的强调很快就成为生物学普遍感兴趣及研究的对象，而并非仅仅仰赖历史解释的优势。

对为数众多并还在迅速扩大的生物学家群体来说，历史解释并不有趣，并且似乎和生物学没什么关系。他们的学科是生理学。劳伦斯认为有必要"探索"有机体的"活性状态"，而这很好地说明了他们所关注的内容：他们希望更深入地探索生物是如何发挥其功能的。事实上，使人们大饱眼福的每一个现象都是在生命不停的起伏中获得的，而确定并控制这种起伏则被认为是生理学家的主要目的。整个19世纪，生理学研究以惊人的速度获得了发展，到1900年，对于每个具体的成就，它都能展现出丰富的证据。动物体温的秘密早已被破解，分析生命中各种能量关系的基础也已奠定。神经冲动的本质被揭示，而且，更有意义的是，理解有机体行为整合的概念以及实验的方法正日趋成熟。生理学上被称作生物体内部分泌物的化学物质，被发现与神经系统一起作用，以保证生物体和谐地发挥其功能。在分析维持生命所需营养成分的性质和组成方面，也取得了较大的进展。诸如此类的生理学成就还有很多，它们既强调了生理学取得了不可否认的进展，也表明了其中的停滞不前、迷失方向甚至错误。这一切使人们对一门重要科学的实际成就获得了合理的认识，并有力地强化了发生于生物学及其主要分支领域的专门化。然而，这种单纯的成就记录却混淆和延缓了19世纪生理学家对其共同关注问题的分离，如果这些分离存在的话。

我们最好从方法论和解释模式来探讨这个问题。19世纪生物学概念中充满了大量的、形形色色的活力论和机械论。在这些特殊

的学科背后，有一个共同的目标，就是为了能够明确地说明生命的本质，或者说，什么是生命的最终形式。为了确定新生物学的任务，特雷维拉努斯这样说道：

"我们研究的对象是具体的生命，因此，首要的问题是必须回答'生命是什么？'而这正是最难回答的问题。"

19 世纪初，德国自然哲学家们曾用泛神论的活力论来解答这个问题。19 世纪 50 年代，激进的机械论者或者说生理学的唯物论者则提出一个完全相反的观点。

持这两种观点的人最终都从他们各自的形而上学中找到了他们的生物学。英国的生理学家总的来说对活力论的热衷程度要小些。唯物论、机械论以及活力论都是一些综合性术语，其含义的变化多得令人惊愕，在不加以充分、明确限定的条件下运用这些术语往往是有害的。

到 19 世纪中期，随着这些相互对立的解释模式之间最激烈的争论而出现的，是人们试图将生物学发展为一门实验科学的自觉行动。运用实验方法来研究生物体的做法可以追溯到古代。对所有研究过瑞士生理学家阿尔布雷克特·冯·哈勒[①]（Albrecht von Haller，1708—1777）的实验报告或尤其是 18 世纪末意大利那些杰出实验生理学家的出版物的人来说，运用实验方法的好处是不言而喻的。德国机械论者中一些较冷静的学者在积极倡导实验的同时，还把实验很好地运用到研究生物材料上去。法国和英国的生理学家在这方面也做得很好。

但是，直到 19 世纪中期，这种现今非常熟悉的方法才开始普及，并得到实验者自己的检验。克劳德·贝尔纳（Claude Bernard）的

① 瑞士生理学家、生物学家，对生理学、解剖学、植物学、胚胎学及科学文献编目等均有贡献，创立实验生理学，并为现代神经病学奠定基础。——译注

著作《实验医学导论》(1865),对实验医学作了很好的系统描述。实验者首要的任务是要找到与自己感兴趣的问题密切相关的现象,然后再明确那些能使这些现象产生或改变的因素——可变条件——并对它们进行研究。合理进行的实验所取得的结果经过整理之后,就可以大胆地用来对身体的各种功能提出概括性的看法。1880年以来,生物学中对实验的兴趣总的来说是持续上升的。实验主义者的工作再加上他们的宣传,很快传遍了欧洲和美洲,并给20世纪的生物学留下了一个与众不同的标志——实验。

单单从字面上看,实验只不过是一系列的操作过程,但它却是生物学的一种研究方法,并且还是生物学的主要方法。大多数实验者,虽然由于他们的实验工作而在社会上赢得了荣誉,但仍摆脱不了形而上学的信仰。在一些实验资金非常丰厚、实验热情异常高涨的德国大学和研究所的生理学部门中,机械论和唯物论普遍存在。它们通常以还原论的形式出现,借助这种形式,生命过程被"还原"为物理学和化学的过程,甚至认为这是更基础的包含明确概念性内容的科学。贝尔纳则在哲学上比较介意,他指出,与其关注生物现象的本质,倒不如关注生物现象之间的关系。然而,到头来他却发现自己反倒成为一种新活力论的领袖。

对19世纪末的那些比较精明或比较温和的生理学家来说,特雷维拉努斯的问题——生命是什么?——并没有失去魅力,然而,它已经不再是生理学研究活动切实可行的起点了。虽然这个大问题可能仍将是生理学研究的最终目标,但它却被生理学家日常实践中更需要考虑的问题取代了。生命的各种过程都必须得到描述;过程中的功能,包括单个过程的功能以及多个过程协同作用时的功能,都必须加以分析。迫切需要解决的问题也就是如何最好地完成这个任务。从传统的解剖生理学中,可以借用古老的比较方法。自然界毫无节制地变换着她的产品,而对执行同一种功能的不同方式(例如,肺、鳃、昆虫的气管或表面的扩散对呼吸的支持)进行敏锐

的观察，加上对各种方式进行仔细的比较，就能获得极有价值的生理学信息。比较生理学被一些实验者认为过于被动，而且深受不精确的类比法之害。实验则提供了确定性。它的适用范围有时可能是狭窄的，但它的结果却是可信赖的。它的运用反映了把现代物理学和化学的信心带到无限复杂的自然界中来，即带入到了生物学中。

当然，我们可以比较谨慎地得出这样的结论：普通生理学所感兴趣的问题在19世纪发生了显著的变化，其中最重要的永远是有机体及其活动。然而，思考的首要问题却从对生命本质的定义转移到对生命现象的坚持不懈的关注上了。这一点从这一时期对方法和解释问题的极大关注中可以得到最好的反映。生物学变得越来越偏向于实证主义。至于那些仍然在探索那个看上去毫无结果的（生命本质）问题的人，发现他们的人数正逐渐减少，并经常被认为感情用事、过分沉溺于过时的精神信仰或形而上学的信仰而遭抛弃。生命科学无疑在不断发生着变化。

## 形态、功能和转型

小范围的研究不可能没有偏颇地详尽阐述，甚至也不可能粗略地涵盖19世纪生物学所探究的众多主题。这里遵从的是一个严格的选择性计划。被包括的内容应该是显而易见的，而对被排除在外的主要部分必须作专门的解释。其中，到目前为止最重要的内容就是研究电生理学、神经冲动的性质和传递以及神经系统整合活动的、规模庞大而重要的实验工作等。人们将发现，遭忽略的还有微生物学、内分泌系统和身体的分泌物、意识的神经病学基础和心理学的发展，毫无疑问还有其他的一些问题。这些被忽略的部分有些到最后并不一定是重要的，但它们都是必须加以研究的。而对被包括的那些内容，笔者力图使讨论尽量完全，并在力所能及的范围

内，使本书介绍的那些有所偏差的观点即使不能正确地加以改正，至少还能有所认识。将研究的时间范围限定在1800年到1900年之间，这对生物学史学家来说，并不比对普通历史学家来说更有意义。本书将对19世纪生物学思想和实践给予莫大的关注。在本书中，这些限制将在需要的地方（虽然这些限制贯穿全书）被随时采用，以便更好地为其主题的讨论服务。

对主要由解剖学家、组织学家和胚胎学家组成的那部分生物学家来说，植物或动物体的外表及结构组成似乎是最重要的；他们研究有机体的形态及其产生的方式。另一部分学者则关心所有有生命个体都具有的那些生命过程——呼吸、营养、排泄等。他们关心功能的研究；作为生理学家给自己布置的任务是要理解身体内部的活动规律。对形态和功能的研究也不是永远完全独立的，当把解剖学和生理学融为一体对问题作研究时，就会取得巨大的收获。还有第三类生物学家，他们最关注的问题是各种关系，包括动植物各种类型之间以及生存个体与不断变化着的环境之间现在和过去的各种关系。这些人，后来被称为进化论者，他们研究在很长的时间跨度之中生命的转型；他们的研究结果，大大改写了博物学的科学宗旨。因此，形态、功能和转型为观察19世纪生命科学的发展提供了常见且可塑性很大的有利视点。在这些类目下，可以考虑以下问题：生命的结构单位（器官、组织、细胞）及其在生物个体中的分布；这些单位以及由它们组成的生物个体的形成过程；在漫长的历史长河中，生物体形态和行为发生着改变等等，都应作出令人满意的解释；对某些科学的描述，这种科学将人作为一种动物、一种具有有趣的、可寻回的过去的群居动物来研究；以及专门研究和借自其他科学的一些研究，这些研究肯定了生物也遵循能量守恒定律，这使生理学家确信能量是大多数、甚至很可能是所有生命活动的最终基础。

18世纪中期的某些时候，那些对生命现象感兴趣的人开始将

一些特定的问题单挑出来作为研究的对象，除此之外，还有意识地设计或阐发各种特定的技术和观点，以从事自己的研究。这个过程在19世纪一直都在全速进行，并最终造就了一批被称为生物学家的人；他们的学科就是生物学，其中包括了许多专业。生物学作为一门公认的学科创立之后不久，它所包含的合理内容也很快就定了下来。

# 第二章
# 形态:细胞理论

细胞理论是对生物学家所熟悉的问题——什么是生物体?——的几个可能答案之一。这是一个实质性的答案,因为它试图描述生物体自然组成的具体细节,即描述构成有生命个体的结构原材料。虽然细胞以及由细胞组成的(如心脏或脾脏)或由细胞产生出来的(如骨骼或软骨)较大的器官结构,是生物体物质组成的基础,但细胞本身又是一个奇特的复杂结构。至少已经明确的是:植物或动物的细胞由一层极薄的膜包裹,内中具有含染色体的细胞核,并都有包含各种细胞特有细胞器的细胞质——一种充满细胞体的半透明液态介质。现在人们已经知道,生物体的基本功能,进而还有生命,都是建立在细胞的结构组织上的。其实这个生理学解释在19 世纪已不陌生,但那时,这种解释还只是一种猜测,并不是有可靠证据的必然结论。

在单细胞以上的层次,生命个体可被视作由独立的或相互依赖的微小解剖学单元——细胞——组成的一个集成体。"细胞理论",直到 1840 年才有一个明确的定义,用于生物学中则是较晚的事。对于大部分较早出现的、与器官组成相关的各种概念,细胞理论都能很好地取代,或者更确切地说,用细胞理论可以重新建立这些概

念,并使之与新的器官结构观点完全一致。问题主要在于解剖分析想要达到或可能达到的是哪一个层次。18 世纪的解剖学家注重器官的结构和功能以及器官系统。到了 1800 年,这种观点受到主要来自人类解剖学家提出的组织学说的质疑。后者很快就被人们接受了。但是,人们对于器官和组织的看法又随着细胞理论的建立和阐明而发生了彻底的改变。19 世纪中期之后,对绝大多数生物学家来说,细胞已经成为解释器官形态必不可少的结构基准点。

不过细胞理论所涉及到的,决非只是简单的结构描述问题。从细胞理论衍生出来的分支有很多,从中我们必须根据已有的细胞及其活动的概念,确定哪些分支在生物学中占主导地位。细胞不仅永远是一种最重要的建筑单元,而且还是分子以上层次器官功能的关键单位。因此,细胞既是新陈代谢和能量交换的场所;也是神经及分泌活动的基础,进而成为协调、整合器官行为的基础;并且正像在生殖过程中表明的那样,细胞最后保证了世代之间生命的延续。亦即后两个例子所说明的、有关细胞具有多方面生理功能的发现和证明,实质上正反映了人们在 19 世纪面对生物的功能这一更普遍问题所取得的杰出成就和尚存的疑虑。

## 解剖学和器官

解剖学家当然可以且经常沉溺于自身的解剖技巧,而很少或者根本不去注意那些具有指导意义的理论原则。纯粹的系统解剖学培养了许多能干的实践家。到了 18 世纪,人类解剖学已达到一个不同凡响的高度。人类解剖学家开始认识到精确性和综合性相统一的观念,并特别重视局部解剖学研究,即注重器官与其周围器官之间关系的考察和描述。动物解剖学和比较解剖学在 17 世纪末期已重新兴起。尽管进步缓慢,但追求没有丝毫放松。

然而,系统解剖学并不能抓住所有或大部分解剖学家的心。它

是静止的，仅仅记录各组成部分的外形、质地及排列方式，却对这些部分的功能毫不关注。对该学科中最杰出的解剖学家——从瑞士的内科医师阿尔布雷克特·冯·哈勒到苏格兰的比较解剖学家约翰·亨特（John Hunter，1728—1793）[①]和他的法国追随者乔治·居维叶（Georges Cuvier，1769—1832）[②]——来说，只有当意识到必须同时研究结构和功能时，解剖学才是一门有价值的科学。没有对功能的了解，或不知道一个特定的器官为什么会存在，就不可能对结构本身有令人满意的理解。

哈勒、亨特、居维叶以及其他许多支持他们说法的人，都信奉两千年前亚里士多德（Aristotle）[③]所定的解剖学规则——虽然其从实际经验得来的材料大量增加，但其论点却几乎毫无变化。亚里士多德声称："我们首先必须描述共同的功能。所谓共同，就是指整个动物界，或某些大群，或某个种群中的所有成员。"对在整个 18 世纪生物理论家中始终起主导作用且人数逐渐增加的亚里士多德学派的人来说，解剖学，除了固有的意义之外，已成为生理学可利用的主要工具。这两个学科实际上已变成了同义词，它们因共同的目标而获得统一，这个目标就是：通过分析生物体，来解释生物体精确构造的各部分之间和谐的相互作用和整体性。

这就是哈勒著名的《动物解剖学》以及居维叶功能解剖学的基础。后者所建立的学说在 19 世纪对生物体结构的许多研究者都起着主导作用。这个学说的中心思想就是试图像解剖学家一样来剖

---

① 英国外科医师，英国病理解剖学奠基者，靠自学、实践成才，曾任英王乔治三世御医，因以自身实验接种梅毒病原体而得了梅毒，著有《论性病》等。——译注

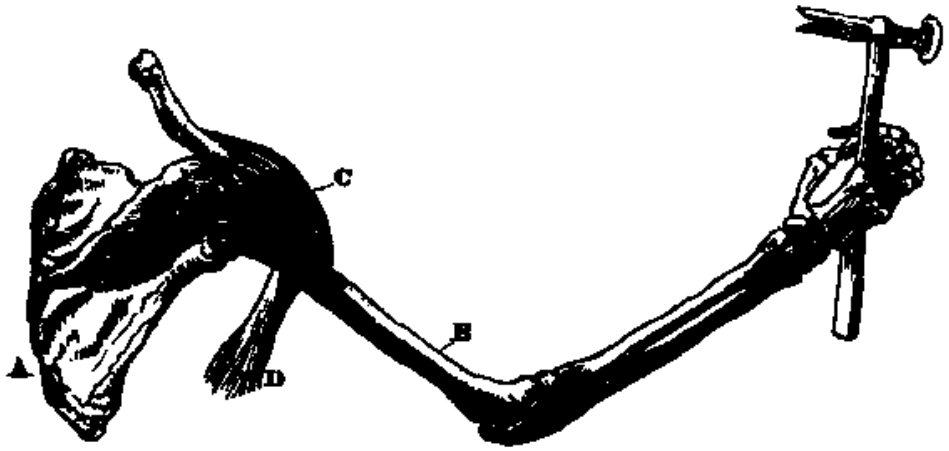
② 法国动物学家，创建比较解剖学和古生物学，曾任国务委员（1814）和内务部副大臣（1817），著有《动物界》、《地球表面灾变论》等。——译注

③ 亚里士多德（384—322BC），古希腊哲学家和科学家，柏拉图的学生，亚历山大大帝的教师，雅典逍遥学派创始人，著作涉及当时所有知识领域，尤以《诗学》、《修辞学》等著称。——译注

检身体的各个部分,同时又要像生理学家那样来理解这些部分的功能。从表面的观察、解剖、甚至动物实验手术所获得的对结构的认识,只有当各部分的存在"目的"被具体确定之后才有意义。居维叶认为,食肉动物的结构是它完全适应自然环境的体现。敏锐的嗅觉、迅速的奔跑速度以及可怕的利爪和牙齿正好用来追赶、捕获以及消化动物性猎物。食肉动物是为了扮演这样的角色而被创造出来的,由此而决定了它的结构和行为。

有关自然界中存在"目的"的观点最早可能来自亚里士多德的形而上学及其生物体观念,也可能来自于维系 18 世纪大多数解剖学家的基督教观念,即仁慈而全智的造物主上帝在他的作品中体现了他的能力与智慧。但是,在以上任何一种情况中,或者——也许是真的——在前者对后者的支持下,解剖学家们都认为形态和功能,即身体的各部分(或者说器官)与其必然的活动,是与某种思想牢不可破地联系在一起的。这种思想就是所有的存在物都是圣明和上帝旨意的产物。因此手段,即器官,也即解剖学的研究对象,必须与功能相符,而确定这些功能则是生理学的日常工作,也是它主要的目标。生理学正越来越广泛地被认为是一门将所有探索都归入到器官功能中去的学科。

与生物体的目的论观念密切相关的,是解剖学家对器官和器官系统的强调。这些部分是独立的感官容易认识的,当时显微镜还不普遍,解剖学的研究也没有依赖于显微镜。局部解剖学的研究搞清了器官的排列及整合活动,使得生理学家在探索身体功能的基础方面不再需要做什么了,或者,至少让他们感到满意。然而,18 世纪的解剖学家其实还指出过生物体更总体的组成,只是并未给以十足的强调。哈勒声称(居维叶也曾简单地重复过),生物体习惯上可分为三部分:神经,肌肉和"细胞状"组织。对于前两类,哈勒的实验已经非常明确地确定了它们活动的特点,即易感性和应激性。名字与细胞理论中的细胞组织类似的第三部分,主要构成了身体中的




A. 肩胛骨；B. 肱骨；C. 三角肌，从肩胛骨和锁骨出来，插入到肱骨；D. 使手臂向下运动的肌肉，如用剑或斧头做砍的动作时，就是这块肌肉起作用。

**图 2.1　功能解剖学要求把身体的结构和生物的行为同样看待。挥动着斧头的手臂表明了骨骼和肌肉系统极其协调的动作。正是由于这种精细安排，手和手臂的构造一直被作为说明整个生物界神圣设计的有力证据。（查尔斯·贝尔，1833）**

联结组织，它们是由纤维和纤维层构成的复杂的网络结构，其中一些小的、不规则的空隙，看上去就像一个个小室或者细胞。

这种解剖学观点将注意力集中在得到一致公认的、组成生命的基本元件——器官及其集合——的特殊活动上，并且通常关注的仅仅是正常的生理功能。虽然不正常的或病理的情况是完全存在的，并且具有很大的医学意义，但直到 1760 年才开始对它进行认真而系统的研究，1800 年后才进入其鼎盛时期。通过引入组织的概念，病理解剖学家着手对传统的局部解剖学和器官解剖学进行改革，正如二三十年之后细胞理论又对病理解剖学和器官功能的所有思想进行了改造一样。

## 组织学说

1800 年前夕，巴黎各医院的内科医师们对医学进行了一场革

命。他们主要的贡献是将对尸体的解剖分析与病人临床自述病情结合了起来。而后者的这些记录几乎是18世纪临床医学全部的症状记录，从此就有了具体的解剖学佐证。病理现象在身体中的定位就成为巴黎学派的成绩以及努力的目标。这个学派的精神之父菲利普·皮内尔[①](Philippe Pinel)在1798年的《哲学病情学》中竭力主张，医学应像别的学科一样采用哲学"分析"的方法，即将普通或复杂的现象筛选出来，加上精确的、有条理的限制，就可以将它们分类。这使人想到，在健康的或病态的身体中呈现类似现象的器官，必定也具有类似的基本结构和特性。这种一致性显然不可能在器官层次上出现，但也许在一个更深的层次上能够找到。沙维尔·比沙[②](Xavier Bichat，1771—1802)对这个问题进行了研究。在解剖室进行了极其辛劳的工作之后，他提出了组织学说(《关于膜问题的专著》，1800；《普通解剖学》，1801)。当我们研究一个"功能"时，比沙写道，最好是"用常规的方法来考查执行该功能的器官"。但如果我们希望了解那个器官的"特性"，就必须"分解它"，也就是说，只有当我们"严格地分析它"，我们才能知道"它的内在结构"。因此，对器官的研究仅能初步近似地、非常不完善地反映我们所要探索的重要事物——构成生命的不可再缩小的结构和活动单元。比沙声称，后者就是组织。

比沙确定并命名了21种组织(黏性的、纤维状的、软骨的，等等)。除了描述这些组织的外形外，他还追踪组织分布的模式，并运用浸解及化学反应的技术来帮助识别。这些以及另外一些分析方法，加上比沙熟练的技术，使他积累了丰富的、足以解决问题的解剖学资料，并在很大程度上弥补了他那众所周知的对显微镜的忽

① 皮内尔(1745—1826)，法国医师，改进对待精神病患者的态度，解开收容所内患者的锁链，著有《疾病的哲学分类》等。——译注

② 法国解剖学家、生理学家，病理组织学奠基人之一，著有《生命与死亡的生理学研究》、《普通解剖学》等。——译注

视。当然，比沙探索并确定身体各种各样的组织并不仅仅是为了作解剖学的描述。他意识到器官功能具有多重复杂性，而这种多重复杂性必定有其具体的基础，他猜测这种基础就存在于组织里。组织学说与哈勒和居维叶的器官功能解剖学一样，既关系解剖学又涉及到生理学。各种组织都具有独特的“生命特性”（易感性和可收缩性，其中又可分许多类）。比沙把“生命”以及形形色色器官的活动都归因于这些特性，其中器官的活动就是组成这些器官的特定组织的功能体现。比沙相信，生命特性的发现，排除了生命与其他自然现象尤其是那些作为物理和化学研究对象的自然现象相等的可能。当然，这些学科可能会促进对生理学的理解，但是它们在生命所具有的生命力的内在本质这个重大的问题面前，则是无能为力的。在这样的背景下，无数活力论学说于是应运而生，并受到维护。

组织学说由一位内科医师提出并在医用解剖学界产生了极大的影响。比沙研究的材料是人体，于是组织学的学生也把他们的注意力集中在这种材料上。这种情况以及将组织学说与医学实践和教学密切相联的结果，使得把组织作为解剖学研究最终极限的思想一直存在，即使是在细胞学说已经严格运用于植物、动物和人类研究很长时间之后仍是如此，在法国尤甚。虽然实际上细胞学说后来在人体病理学的研究中获得了它最辉煌的成就，但是细胞学说必须获得进展以与当时普遍流行的组织学说相抗争。在这过程中，它拥有了一个强有力的、多才多艺的新武器——改进了的显微镜。

## 显微镜学的问题

病理解剖学家为了寻找疾病引起的组织破损的位置，延续着外科医生的传统——使用的工具是眼睛和手术刀。然而，到了 19 世纪 50 年代，细胞学说和显微镜进入了病理学。病理学家们与所有学习细胞结构的学生们一起，都很高兴拥有了一个如此先进的工

具,使得严格而系统的显微观察真正变得可行。

自从17世纪初期显微镜问世以来,被用得最多的一直都是简单显微镜(仅在一个没有任何饰物的底座上有一块粗糙的球面透镜)。复合显微镜(将几块不同形状的透镜组成一条线)所成的像由于受到球面像差、色像差及其他问题的干扰而不理想。复合显微镜的优点在于它能够引入更大的光强,并能够最大限度地收集到从透镜反射来的光线,因此能够最大限度地辨别微小的被观察物。然而,由于没有光学校正,这些优点都被最后产生的模糊结果——该结果还要受到有色光环的进一步干扰——掩盖了。直到1830年,光学的理论和实践才能够解决这个问题。通过将不同折射率的透镜组合起来,色像差可以被消除,而球面像差也可以得到一定程度的控制。早先的细胞理论学家都用简单显微镜,到了1840年,改进了的复合显微镜产生了,于是立刻就变成所有显微镜使用者必不可少的工具。通过它,证实了假设中所有动植物的细胞基础,肯定了细胞病理学,并纠正了细胞繁殖方面的一些错误观点。

19世纪期间,显微镜继续得到改进。到1880年,主要由于恩斯特·阿贝(Ernst Abbe, 1840—1905)[①]的光学研究以及卡尔·蔡司公司(Carl Zeiss)[②]过硬的制造工艺,显微镜这个工具逐渐达到了它的极限。极大的放大倍数(可放大2000倍)和很高的分辨率(最小可看清0.002毫米的目标,假如没有足够的分辨率,那么放大的倍数再大也是没有意义的),都可以通过油浸显微镜获得。像差和失真被降到到最低程度,众多的显微镜技术(固定、切片以及染色)得到发明,而显微镜实践及其细致的教学也成为近代生物学的标志。这种新工具很快就给我们带来了很多好处。它的潜能加上对材料的适当处理,使细菌学和亚细胞结构的研究在19世纪80年代获得

① 德国物理学家。——译注

② 位于德国耶拿的蔡司光学仪器公司,是最早生产天象仪的企业。——译注

了令人瞩目的进展。前者在医学界引起了一场革命，而后者则为后来对遗传进行解释奠定了坚固的基础。

## 细胞理论

马蒂亚斯·雅各布·施莱登（Matthias Jacob Schleiden，1804—1881）[①]和西奥多·施万（Theodor Schwann，1810—1882）[②]这两个好口才的细胞理论缔造者，在 1838—1839 年清楚地说明了细胞理论的中心思想。细胞，不管它是怎样被描述的，是生物体结构、也可能是功能的基本单位。这样，它作为一个概念上的纽带，将植物学和动物学联系在一起，使得生物学真正成为一门科学。但是，即使是最肤浅的显微观察也能揭示出所有的细胞并不一样；实际上，它们在形态和分布上差别非常之大。那么，对细胞确实是生命的共同要素的信心是从何而来的呢？施莱登和施万是从细胞具有共同发育模式的思想中得出他们的结论的。所有细胞都是由相似的过程产生的，这是 19 世纪生物学思想领域争论得不亦乐乎的问题，也是整个细胞理论的基础。1842 年，施莱登声称："获得对植物世界认识的唯一可能的途径，同时也是自然界这一被研究对象本身提供的唯一的、必不可少的资源，就是对生物体生长史的研究。"施莱登和施万关于细胞繁殖的观点很快被证明是错误的，取代他们关于化学物质沉淀而形成细胞的观点的是活细胞连续繁殖的思想。然而，这两种观点都认为细胞繁殖过程是攻克生物体普通微结构问题的关键，这一点值得反复强调。当然，细胞理论并不纯粹是由两个善于发明的显微镜专家创造的，它是对生物体结构及其本质问题所进行的好

① 德国植物学家，1839—1863 年在耶拿大学任植物学教授，与德国动物学家施万共同奠定了细胞学说的基础，著有《植物学概论》等。——译注

② 德国动物学家，提出细胞为动物结构的基本单位，创"新陈代谢"一词，奠定了组织学、胚胎学基础，著有《关于动植物的结构和生长一致性的显微研究》。——译注

几个长期而各自不同的研究过程的结果。一方面,是传统的显微观察,这种观察往往伴随着由于经常发生的错误观察而产生的不恰当的归纳;另一方面,是德国自然哲学家高度思辩但又不乏提示的结论。到了19世纪30年代,这些方面开始融合,而施莱登和施万,作为细胞学说最杰出的提倡者,也都受到了它们的影响。来自观察的证据和高深莫测的学说是细胞理论中的一对搭档。另外,必须提醒的一点是,虽然早期对细胞的观察用的都是简单显微镜,但是1840年以后,功能得到加强的复合显微镜就出现了,并可以很方便地加以利用。

对"细胞"结构的描述始于17世纪。对植物的显微观察揭示了植物细胞中有互不连接的囊泡,也发现了它有封闭固体的结构(细胞壁),这种结构在某些植物组织中还会包裹囊泡。从不那么严格的意义上说,"细胞"仅仅是一个被边界限定的"空间"。虽然被称为细胞群的结构当然也是存在的,但它们被认为只不过是植物的另一个组分而已。人们对它们形成的方式曾作过讨论,但没有提出能被普遍接受的解释。在整个18世纪,这些植物观察家们具有很高的知名度,他们的队伍也经常扩大,但同时也是少数人非议的对象。相比之下,动物的显微观察遇到的阻力较大。大多数观察者需要把动物分解为神经组织、肌肉组织以及"细胞状"组织(即联结组织)。此外,动物组织比较软,反差小,并且容易腐败,所有这些都给仍然在使用显然尚不完善的工具和技术的显微观察者们带来了许多困难。

1800年以后,对植物的显微解剖学兴趣又复苏了。在1800年和1830年之间,观察者以及观察的事件都成倍增加,积累了广泛的经验材料,并探索了其中的内含。例如,法国著名的植物学家、查尔斯·布里索-米贝尔(Charles Brisseau-Mirbel,1776—1854),同时又是一位能干的显微观察者和敏锐的观察结果解释者。他声称,植物细胞能在生物体的每一个地方找到,并推测了它们产生的方式。在

借鉴了早先的某种观点之后，米贝尔认为细胞在一种原始的液体中不断再生。细胞和细胞状组织可能类似于发酵液泡沫中的空洞，一旦凝固，就会形成细胞状组织中非显而易见的膜的连续网状结构。

米贝尔通过显微镜所作的研究及推测，包括对形成液体的推测，并不是独一无二的。它们反映了 19 世纪二三十年代微生物结构研究的状况。让许多人遗憾的是，那时的植物学家和动物学家彼此之间在知识和想法方面缺乏交流。虽然植物看上去是由细胞组成的，但没有人知道细胞到底是什么东西。人们对细胞的许多形态都作了描述，对其形形色色的内含物——最值得注意的是 1831 年首次注意到的细胞核——也作了记录。对动物组织人们则只能做到逐渐地利用显微镜做可靠的仔细观察。然而，一旦进入引人注目的蓬勃发展新时期，关于身体的可靠描述就大大增加了，并促使具有非凡能力的人关注有机物显微结构方面的重大问题。

施莱登和施万提出细胞理论是在 19 世纪 30 年代末，正值显微镜领域的领导地位从法国转向德国的时期。处于这个新时期的年轻的德国科学家们长期以来一直受到自然哲学理论的影响，并且，值得注意的是，细胞理论的诞生在很大程度上是这种看似毫无意义的臆想的结果。自然哲学的狂热拥护者以及德国最富想象力、成果最多的解剖学家之一洛伦茨·奥肯（Lorenz Oken，1779—1851）[①]就是非常生动的一个例证。奥肯将自然哲学家的困惑与如何从第一原理和物质不可侵犯的整体性中形成世界多样性（参见第三章）的基本问题联系在一起。在一个最初存在着的、没有分化的粘稠液体中（这是奥肯为了说明这个论点而假想的东西），原始的球状囊泡产生了，每个囊泡就是一个“纤毛虫”或者说最简单的生物。通过这些纤毛虫的不断聚集，聚集程度不断加大，于是就形成了更加复杂

① 德国生物学家、自然哲学家，认为生命的本质源于一种单纯用科学方法无从理解的生命力，提出生物进化的思想。——译注

的生物体。纤毛虫因此就成为有机结构、功能、当然还有发育的基本单位。奥肯写道(《关于发生》,1805 年):

> 所有的肉也许都能分解成纤毛虫。换句话说,所有的高等动物必定是由基本的微动物形成的。我们称它们为原始动物,并注意它们不仅是形成动物的基本物质,也是形成植物的基本物质……在很大程度上,它们可以被称为所有由其组成物质的所谓原始物质。

奥肯的臆测清楚地表明了植物和动物有一个共同的发生单元,也就是说,所有的生物都有一个共同的结构和功能单位。这种观点在当时受到了许多人的称赞,但也被指责为是形而上学的和无理的臆断,因为他将生物体显微解剖学研究的有用结果一脚踢开了。对那些将细胞理论完全建立在辛勤的显微观察基础上的人来说,奥肯及其支持者们的观点永远都是怪诞的,并且极大地损害了合理的科学实践。然而,对另一些人来说,奥肯的详尽阐述为细胞理论的创立也作出了一些贡献。他的贡献并不在于提供了建设性的或可证实假设的证据,而在于他引人并系统阐述了生物体由重复的微小生命单元组成的原理,尽管人们对这些生命单元尚未确定,或对它们的认识是错误的。理查德·欧文(Richard Owen, 1804—1892)[①]这位杰出的英国解剖学家以及奥肯公开的支持者,在 1884 年这样说:"这个学说与从对植物和动物组织的最出色的显微观察中归纳出来的结果惊人地相似。"即使对奥肯极大的热情加以缓和,我们仍不得不承认,德国的显微镜专家,其研究兴趣大都源于自然哲学,对细胞理论中心思想——即生物体可被分解为更小但其重要性在任何意义上都并不降低的组成及活动单元——的有力倡导也是如此。

---

① 英国解剖学家、古生物学家,曾研究脊椎动物的比较解剖学及哺乳类、鸟类、爬行类动物的化石,著有《论珠光鹦鹉螺》、《牙体形态学》等。——译注

施莱登和施万的贡献在于评估了来自这些方面的观察结果及学说，并对它们重新进行了一丝不苟的显微观察。他们的成就并不在于提出了新的思想，而是设计并公布了有关细胞的一个完整而协调的理论。同样都是杰出的显微镜专家，施莱登(《对植物发生的贡献》，1838)关注萌芽期的植物组织，而施万(《关于动植物的结构和生长一致性的显微研究》，1839)则考查动物组织(脊索和软骨)。施莱登的研究使他确信细胞就是植物的结构基础，并且这些结构基础产生的模式是相同的。施万通过书面材料了解到了这些观点，他后来回忆说他被"震撼了，因为植物细胞中的细胞核与他在动物组织中经常看到的一个小体非常相像"。从那时起，施万就开始推测关于生物体结构某一个新观点的基础，他认为，只要能证明"动物基本组分的发生、发展方式本质上与植物细胞相同"就可以了。简单地说，如果能够显示动植物发生的"原因"相同，那么由这种形成过程所产生的细胞也一定是相同的。

施万观点中的谬误很快就显露出来了。19 世纪四五十年代的研究结果彻底否定了他关于细胞形成的观点。他们把细胞理论建立在更稳固的基础上，即细胞是通过细胞分裂而得以繁衍的，仅此就推翻了施万的观点。信奉施莱登观点的施万认为，细胞是从一个无形的细胞形成质中产生的。他说：

> "首先，存在一种无定形的物质(细胞形成质)。这种物质有时候完全是液体状的，有时候则有点儿像凝胶状。它本身具有一种促使细胞产生的能力，这种能力的大小视其化学性质及其活力大小而定。"

首先出现一个黑粒(细胞核)，然后便是一层层的细胞物质覆盖在上面。新细胞并不是从先前存在的完整细胞中产生的。施万认为这个过程主要发生在已有细胞的外面，而施莱登则认为新细胞在细胞内形成。然而，他们俩都将细胞形成看作与无机物的结晶完

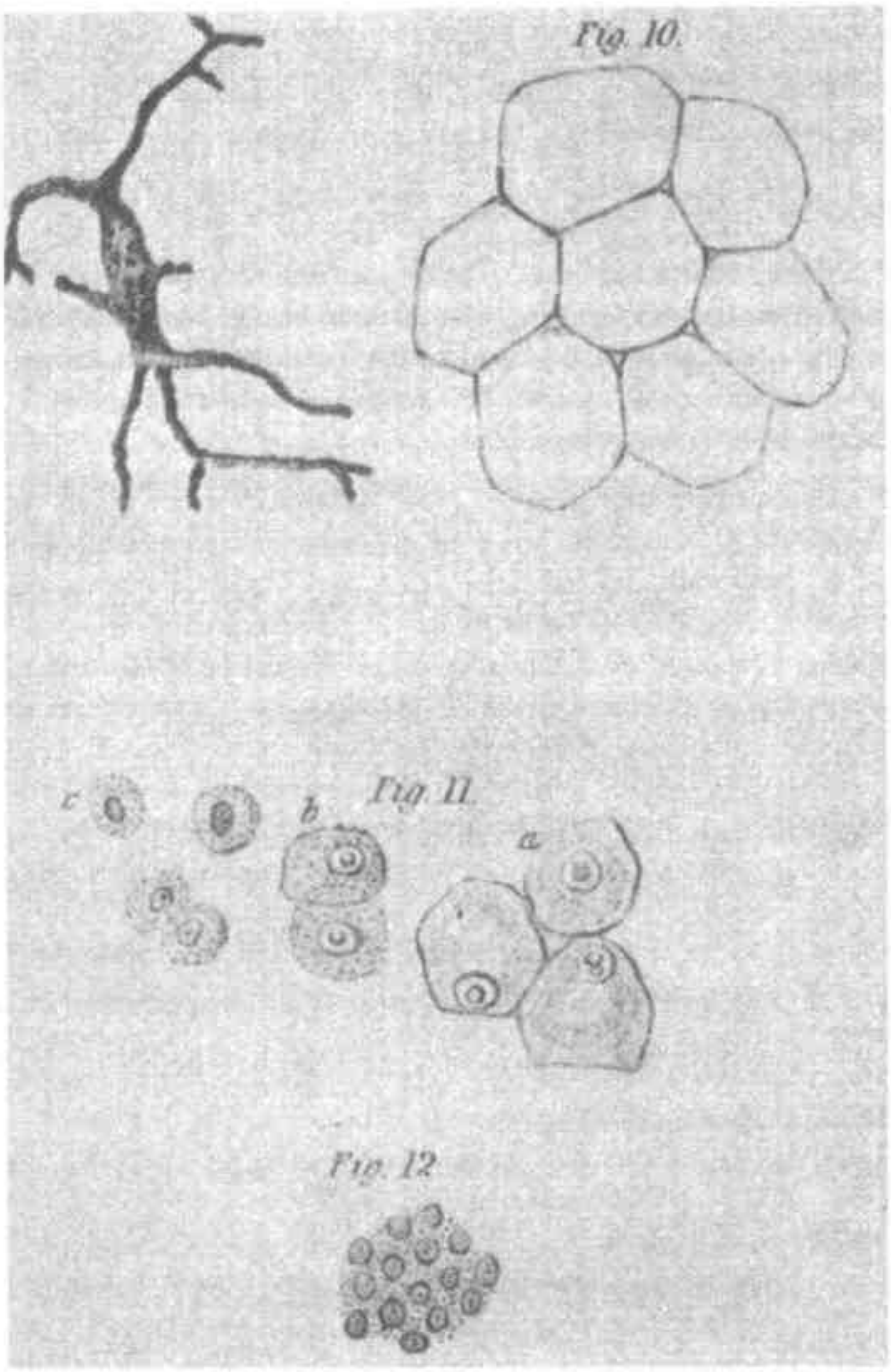



**图 2.2　根据施莱登-施万的细胞形成假说,细胞物质从某种营养液中产生出来并成为颗粒或"核"。施万认为这个过程是发生在已有细胞之外的。在这里可以看到,从这些核可以形成一个个明显有核的细胞,并发展成为由大的腔室所包围的成熟细胞。以上观察的对象是渡鸦的翅。(西奥多·施万,1847)**

全相同的过程，因此，他们认为他们可以将关于生物的科学建立在纯物理学的基础上，从而可将他们所不屑的过分的形而上学以及活力论倾向抛弃——那些都是他们从有机现象的自然哲学观中看到的。但是，即使完全接受他们提议中的不足之处，并支持他们的目标，他们的提议是否真像他们声称的那样合理，仍是一个未决的问题，尤其是在细胞形成质尚未得到很好解释的、能够产生细胞这一固有的特性方面，更是如此。这种观点在其根源上与奥肯的原始粘液观非常相似。

虽然施万的细胞理论主要关心细胞的形成，但他也强调细胞的功能。他断言细胞必定是新陈代谢的最终场所。当时对新陈代谢的了解非常贫乏，而施万试图对它加以具体说明的众所周知的尝试也仅仅是一个有希望实现的期盼而已。然而，他指出，生命活动受到温度、获得氧气的可能性以及外来化学物质的限制。他认为细胞是碳氧二氧化物消耗和产生的中心。他不顾后果地宣称："呼吸的普遍性完全建立在细胞新陈代谢现象这个基本条件之上。"在这里施万陈述了理解新陈代谢的一个设想，但他却没有提供任何证据——这将是此后一代又一代生理学家奋斗的目标。随着19世纪的生理学从对完整生物体普通新陈代谢活动的研究转移到对其生命元素的研究，细胞理论也逐渐从对生物体基本结构的关注转移到对这些结构的功能进行解释上来。

施莱登-施万的细胞理论受到了广泛的关注，并在很大程度上决定了1860年之前显微解剖学的研究内容。这段时期，人们主要热衷于测试细胞形成的细胞形成质设想是否正确，以及积累证实细胞是所有生物共同特征的观察资料。显微解剖学的教师们很快采用了细胞理论作为他们教学的基础，这一事实，从现在使用的、通常为数众多的新手册或教科书中，可以很容易地看出来。其中最有影响的一些著作的作者如雅各布·亨勒（Jacob Henle，《普通解剖学》，1841）和阿尔贝特·冯·克利克（Albert von Kölliker，《显微解剖学

手册》,1852),都在支持施莱登-施万细胞形成观点的众多生物学家之列。但是,细胞形成质的假说从刚被提出时就受到了严厉的批评。这种批评主要来自于那些使用新的消色差显微镜来研究动植物成体和发育中个体结构的显微镜观察者。1860 年时,这些观察者已经观察到了众多的例子,显示细胞是由已存在的细胞分裂产生的。胚胎发育过程中的戏剧性变化被认为在极大程度上是卵受精后开始的无数细胞分裂所产生的大规模效应。长久以来关于生命延续的看法于是有了一个更具体的新的含义,因为在细胞中可以看到一个所有生物都有的自我维持的结构和功能单位。这些发现,当然与细胞是从一个无生命的细胞形成质中沉降出来的观点相矛盾,并推翻了这种观点。

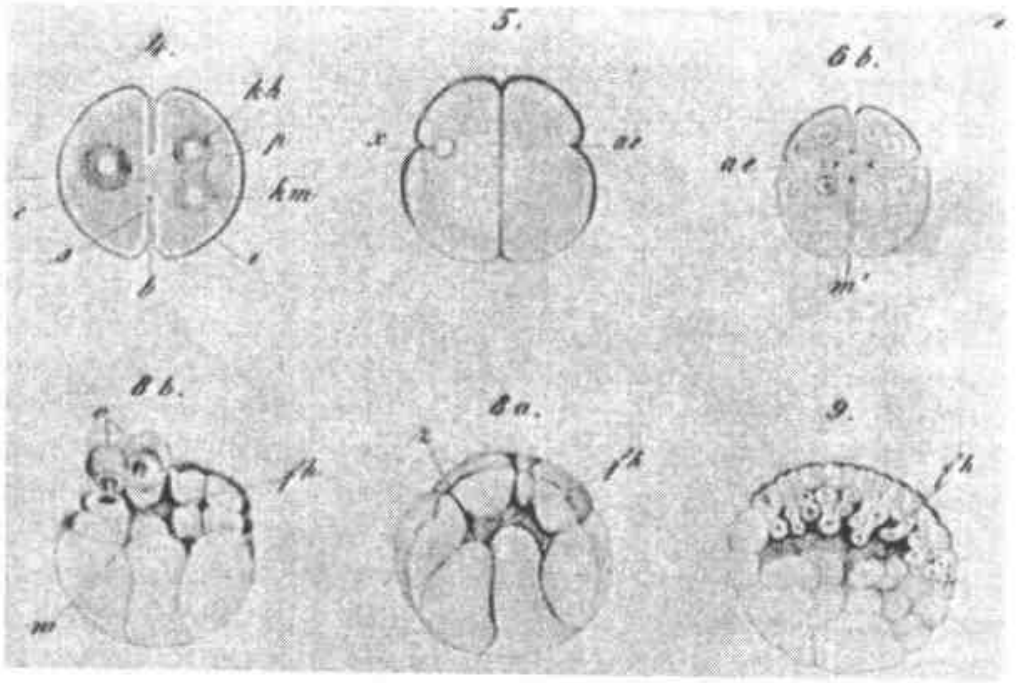


**图 2.3　19 世纪 40 年代,个体发育过程中的特殊阶段被认为是由细胞组成的。到 50 年代,细胞形成的过程被证明仅是由细胞分裂产生的。上图是蛙卵发育的各个阶段,从一个简单的双细胞体一直到复杂的、多细胞的原肠胚。这几幅图很好地说明了以上结论的观察基础。(罗伯特·雷马克,1855)**

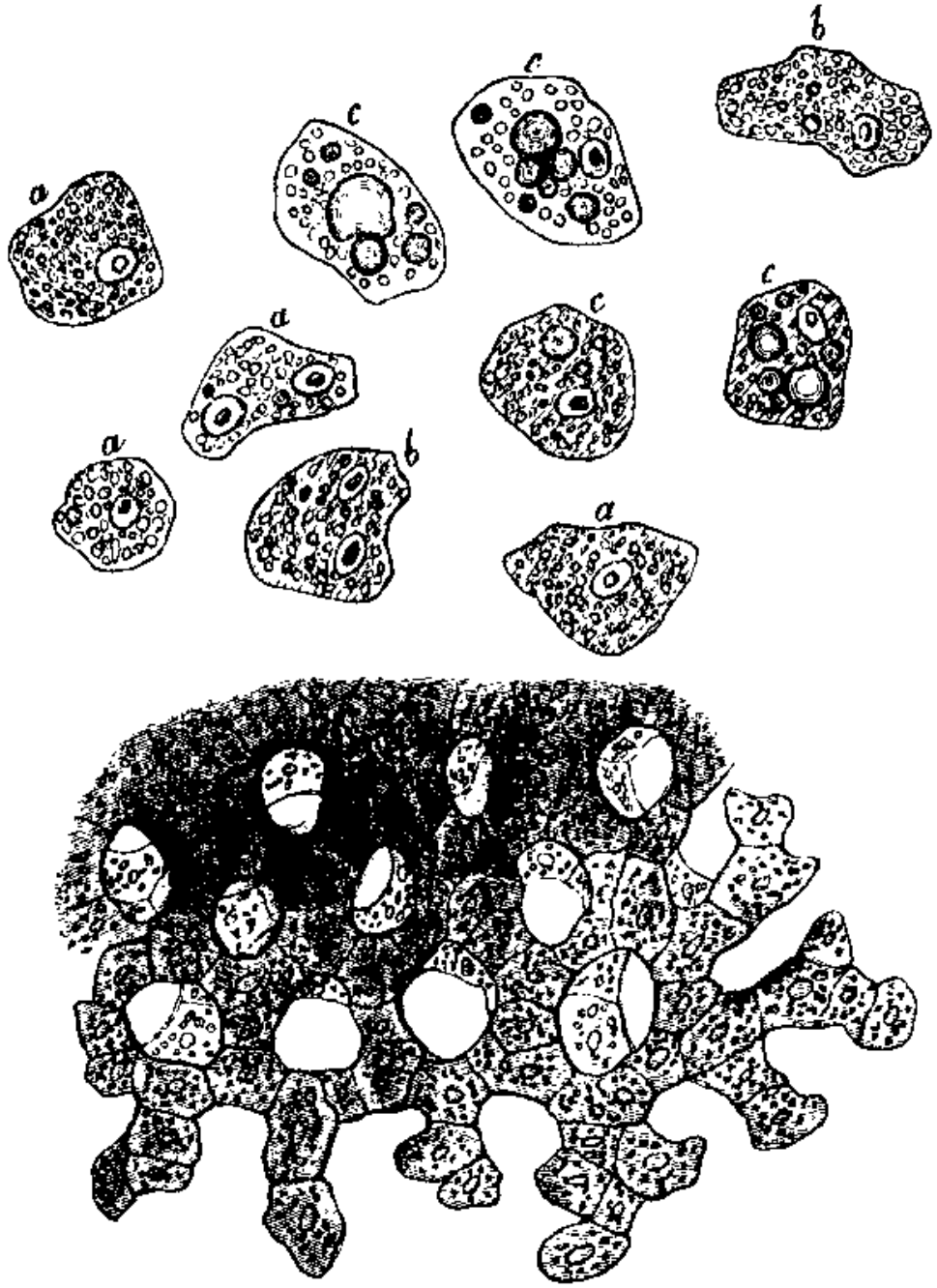



图 2.4 和图 2.5　对某一特定时期科学知识的状况来说，教科书经常能提供最真实的答案。细胞理论对生物学的征服非常迅速，并且很彻底。它的巨大成功可以从这些分离的人肝细胞图以及人肝组织的显微切片图得到证明，它们都是从 19 世纪 50 年代的一本重要的描述性手册中获得的。然而，其作者却继续支持施莱登-施万关于细胞形成的细胞形成质假说。（阿尔贝特·冯·克利克，1854）

然而,即使是在那些接受了新的细胞理论的人中间,依然存在许多争论。细胞在生物中是普遍存在的,细胞通过细胞分裂又是在不断繁殖的,如何将细胞的这两个特点联系起来呢?人们作了许多努力,例如,不切实际地试图将细胞完全搞清楚,或者至少确定它不可缺少的结构和特性是什么。有些细胞学家指出细胞外包裹着一层膜,其他的学者则强烈地怀疑细胞核只不过是由于不完善的光学仪器或错误的材料准备而造成的观察上的假象。然而,将近1875年时,关于细胞已经达成了以下普遍认识:细胞是一个可被辨认的实体,有明确的空间限制将它与周围环境分隔开来(不管是否存在一层特殊的包被膜);细胞拥有一个本身包含了特殊结构(染色体)的细胞核;最重要的是,细胞还拥有具有惊人的化学和物理复杂性的透明物质(细胞质)。对细胞及其内容物和生命特性进行的简单归纳,很快就被对细胞功能和结构进行的费力但持续的实验分析所取代。这种生物学研究工作一直延续到了20世纪。然而,应该指明的是,1875年时人们所详细说明的"细胞",已经非常接近现代观察者非常有力的、仔细观察之下的"细胞"了。

## 细胞理论和病理解剖学

细胞理论的胜利在病理学中最为突出。细胞理论之所以在病理学、生理学和普通生物学中都具有卓越的地位。很大程度上是由于坦率的德国医学显微镜专家鲁道夫·菲尔绍(Rudolf Virchow,1821—1902)研究和提倡的结果。菲尔绍毕生都致力于反对从古希腊医学继承来的"普通疾病"的概念,这个概念认为疾病大多是身体的一种痛苦,或者更精确地说,是它的液体或"体液"(尤其是血液的痛苦)。菲尔绍用他的"解剖学思想"取代了这个概念。通过解剖学思想,菲尔绍试图涵盖自18世纪以来病理解剖学发展中的主要论题,其中当然也包括以比沙为代表的伟大的巴黎学派,他

的表述因而无所不包。菲尔绍的解剖学思想其实就是要寻找疾病发生的解剖学位置，他希望使病理学研究的兴趣从普通的过程转移到高度定位的结构混乱上来。研究者首先必须寻求的永远都是："疾病在哪里？"他声称，病理学家对疾病位置的寻找，现在已经"从器官推进到组织，进而又从组织推进到了细胞"。菲尔绍的名气很大程度上来自于他对细胞病理学的定义。然而，他并不是第一个提出细胞是疾病产生的最初场所的人。在19世纪40年代，细胞形成质假说的信徒们经常提及这一点。但是，菲尔绍比其他任何研究者都更确切地证实了后一种思想是错的，并且，出于病理学家的使命，他竭力主张细胞只能从已存在细胞中产生(《所有的细胞都来自于细胞》，1855)。他写道，细胞是"形成组织、器官、系统和个体的相互隶属的巨大形成链中始终不变的最后一环，在其下面，除了变化再没有别的了。"他杰出的专著《细胞病理学》(1858)就是建立在这个论点上的，这本专著为病理学研究重新制定了目的和方法。

菲尔绍的细胞概念包罗万象，并且得到了极其详细的说明。按照自18世纪以来逐渐流行起来的另一个古代医学观点，他认为"疾病"实际上是改变了的"生命"。在正常和病理之间并没有质的区别，生命过程和结构的通常程序及安置受到了疾病的干扰，但仍保持着即使是疾病也必须遵守的基本的过程和结构。这样，菲尔绍就确定了疾病的生理学定义，并通过引入细胞理论，划定了当时科学所能接受的疾病的可能位置。他的定义显然相当于他在宣告，如果疾病是一种生理上的混乱，那么细胞必定是生理活动最小并且可能无法减小的组成单位。细胞理论已将植物学和动物学的研究者联系在了一起，现在菲尔绍要把病理学也纳入到他们的研究范围中。疾病细胞是正常细胞的变异而非本质完全不同的另一种细胞的观点，迫使病理学家开始关心引起混乱的状况以及在这件状况下，细胞和细胞组织的功能性反应。但这种研究最终属于生理学的范畴。菲尔绍赞成这个结论，他宣称，建立在细胞之上的病理学，并不仅

仅是生理学的应用,它实际上就是生理学。

菲尔绍以一种更广泛、总体上更深奥的方式,再次强调了施万关于细胞会出现功能性不精确的主张。施万的提议和菲尔绍的肯定都没能提供必要的证据证明细胞是生物体中关键的功能单元。这个问题一直是19世纪实验生理学家所要对付的一大难题。直到1900年,几条路线的研究,包括对呼吸过程更细致的考查和对神经系统结构和行为深入的分析,才似乎找到了这个难题的答案。细胞生理学家最终还是需要实验技术,例如组织或单细胞的培养以及显微器械,来帮助他们找到细胞内的成分和各种过程。

然而,19世纪的生理学家远不是无能为力的。例如,起初由德国生理学家进行,但后来却由克劳德·贝尔纳在其晚期著作(参见第六章)中作了综合论述的对呼吸的费力的、长时间的实验研究,使人们获得了一种关于生物的令人满意的新概念。贝尔纳在他对生物的大胆描述中,将细胞和细胞组织作为其基本的单元;而生物作为一个功能上的整体,其整体的行为取决于细胞与它浸浴其中的体液之间能动的相互作用。尽管特定细胞或细胞成分的特殊生理作用经证明非常不易确定,但是关于细胞和组织整体上在身体功能中所扮演的角色,仍有非常重要的事情值得去做。已被证明是生物体基本结构单位的细胞,有希望成为生物重要的功能单位。这种希望在研究繁殖和个体发育的过程中结出了第一个果实。

# 第三章
# 形态:个体发育

19 世纪 40 至 60 年代,生物学家证实了细胞是联结动植物相邻世代的关键性的器官要素。到 1876 年,这一角色已经定位在细胞核上了;10 年后,能干的观察者们又得出结论,细胞核中特殊的固定小体染色体,必定是对世代传递负责的最终物质,因此也是生命及生物得以繁衍的希望所在。越来越多的人把有机体繁殖的重要功能归因于细胞及其组分。然而,这个重要结论与其说是对关于繁殖以及相关事项,尤其是关于遗传、变异和个体发育等现象这一古老问题的解答,不如说是对这一问题更精确的界定。

当然,确定无疑的事实是,在生命的较高等形态中,生命的"产生"并不是一件简单的事。成年生物(亲本)并不直接产生一个新的成体,而是仅仅产生一个受精卵。虽然我们认为这个卵,特别是它的细胞核(两者都是在受精即母本和父本的生殖物——卵和精子——及其细胞核相融合时形成的),具有不同凡响的分子结构和特性,但我们以为从受精卵中产生出来的未来的成体,并不预存于这个卵中,即并不存在一个名副其实的微型预成体。19 世纪早期,个体发育的研究者(胚胎学家)们所取得的一个重大进展就是摧毁了当时流行的预成论学说,严格的观察证据所能做到的至多如此。代

之则产生了胚胎的渐成说。渐成说认为,在最初几乎同质的物质(受精卵)上以一种逐步积累的方式将复杂的结构不断添加上去,以致产生了有机体。这样,通过一系列不断更新的胚胎形成过程而逐渐产生了成体,其中每一个形成过程都建立在前面的过程之上,而完整的个体则诞生于那个无明显变化的受精卵。

因此,繁殖必定不仅包括繁殖行为(本质上就是受精),还包括那些使个体从受精卵到成体的无比复杂的发育事件。渐成说所关心的就是这些事件。个体发育的精确过程究竟如何?生物在其发育的不同阶段有何差异?如果有,这种差异的意义及本质是什么?从这些个体发育模式的关系中能得出什么结论?生物的个体发育和所有动物漫长的历史演化之间,也即,个体发育中观察到的各个阶段与原种的发展过程中曾出现过的阶段之间是否存在某种密切的联系?19 世纪的大多数观察者们对此都持肯定的态度。最后,在已经证实发育确实存在并且是逐渐形成的情况之后,许多生物学家逐渐认识到,对这一过程应该作"揭示因果关系的"解释,而不仅仅作"历史的"研究。这时(约 1880 年),形态学的大规模革命发生了,一种主要研究个体发育问题的新方法产生并得到了传播。19 世纪的胚胎学思想由此开始了自身的演化。描述性胚胎学直接进入了比较研究阶段,这种研究的结果明显地佐证了胚胎发育的最大胆的所谓重演说。重演说认为个体发育的过程是原种发展过程中演化顺序的忠实重现。由于对该学说及其证据的不满,以及对胚胎科学进一步探索的企求,促使形态学又一次发生革命。对胚胎的研究是最杰出的发育研究。生物学中再没有哪一领域能如此深地涉及历史解释,而胚胎学及其研究者则代表着 19 世纪生物学最广泛的兴趣和活动。中世纪后,动物学或植物学课程确实几乎都把重点转移到了描述及比较胚胎学上。当然,几乎没有生物学家会对卡

尔·恩斯特·冯·贝尔[①](Carl Ernst von Baer,1792—1876)在1828年的说法——"发育历史的研究是照亮有机体研究的真正光源"——持异议。

我们必须注意到,胚胎学除了与发育的一段思想有紧密的概念上的联系之外,还由于它所研究事件的即时性而得到兴旺。单一的胚胎能够显示一个完整的发育循环,因此,任何想做这种研究的人都可以做到。植物和动物物种的逐渐演化过程中,并没有出现与胚胎快速转化中在观察者眼前所显现的美丽与明晰所相类似的东西。而且,胚胎在很大程度上提供了有待探索的处女地。能与它的即时性所具有的魅力相媲美的只有它给观察者提供的极其丰富的有用信息。胚胎及其变化本身就是很有挑战性的问题,但个体发育的一些事实在生物学的其他领域也同样有用。它们对动植物分类的影响最强烈。传统的依赖成体特征的分类法加上胚胎发育阶段的特征之后,动植物分类学就获得了一种新的、看上去很有发展前途的方法(参见第四章)。

## 世代之间的纽带

雄性生殖物(精子)是在显微观察之初即17世纪晚期被发现的;人们很快又了解到许多生物体存在雌性生殖物(卵子)。整个18世纪,人们一直对生殖问题怀有强烈的兴趣,而且高度多样化的生殖物的种类也在不断扩充。不过直到1827年,哺乳动物的卵子才宣告发现。这一发现(通过冯·贝尔)以及早先的很多丰富的信息都为至关重要的性物质的普遍存在提供了有力的证据。广为传播的推测是:这些物质都是整个生殖过程中起决定性作用、也许是

① 爱沙尼亚动物学家,胚胎学奠基人,地理学和人种学的先驱,1834年起在俄国研究地理学、发现河岸冲刷规律(贝尔定律)。——译注

独一无二的要素。但是,关于这一猜测的争论并没有令人信服的证据,而关于生殖的众多的并且经常是怪诞的观点却不断被散播。直到细胞理论诞生和改进型显微镜出现之后,研究工作才有具体的进步。经过辛勤的显微观察研究,相继确立细胞、细胞核以及染色体为遗传的工具,而且,尽管当时还不尽理解,至少可以将它们确定为个体发育的诱导机制。

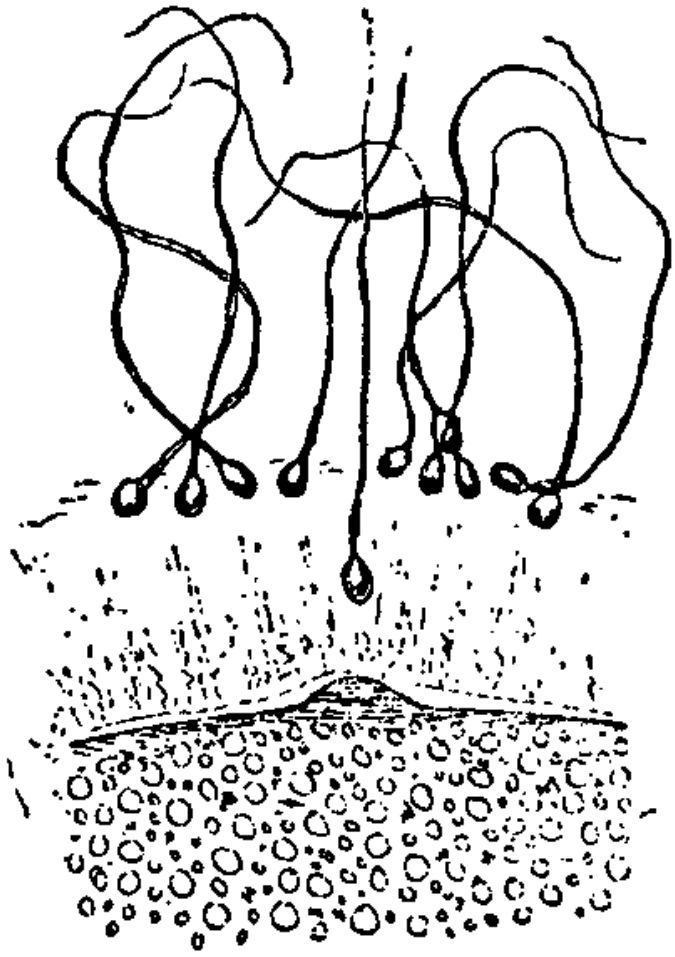


**图 3.1　19 世纪的生物学家都认为,受精作用,这个保证有性生殖生物生命延续的重要的生理事件,需要一个雄性(精子)和雌性(卵子)产物的联合。但是,受精过程本身,或至少是单个精子对卵子的穿透,并不容易目睹。本图显示了一个精子正要进入一个成熟的海星(Asterias glacialis)卵中,这被认为是对受精过程的最早的表述。(赫尔曼·福尔,1877)**

早在1843年，研究者就观察到精子在卵子中出现。当时人们已经证明，除非在合适的实验介质中将精子提供给卵子，否则卵子就无法发育，也就是说，受精就不发生。但是，直到19世纪70年代，关于受精过程人们更愿意接受的解释仍是雄性物质仅仅起到分子"激活"的作用，并促使卵子发育，而不是雄性物质贡献某种无法确定的物质成分。然而，1876—1877年间，著名的细胞显微解剖学家奥斯卡·赫特维希（Oscar Hertwig）和赫尔曼·福尔（Hermann Fol）报告说，在受精的卵细胞中，出现了无法否认的两个（雄性的和雄性的）细胞核。这两个核很快就融为一体，形成新生代第一个细胞唯一的细胞核。福尔亲眼目睹了精子穿入卵子的实际过程。这些以及其他一些发现推翻了分子激活的概念，并强烈地提示人们，受精的真正意义在于将精子中的某些物质（也许是一种复杂的分子或一群分子）转移到卵子中去。如果事实真是这样，那么只要对细胞核的组分及行为进行仔细的分析，就能获得进一步的认识。

细胞核在施莱登和施万最初的细胞理论中具有举足轻重的作用。细胞核及其各种各样还不明确的内含物，都成为19世纪50年代末之前显微研究所认真关注的焦点。此后重点又转移到细胞的另一个基本成分——"活物质"或细胞质。但是1873—1879年间，随着细胞核以奇特方式分裂（有丝分裂）的发现和阐释，又重新燃起了人们对细胞核的兴趣。人们不禁会问，这种看上去无关紧要却又非常曲折的分裂过程会起什么作用呢？为什么简单的直接分裂，亦即通过球状细胞核的赤道面的不断收缩产生的分裂，不能满足需要呢？1883年完成的进一步的研究终于为此找到了答案。间接的分裂或有丝分裂的作用是将来自原始核中父本和母本的核物质永远相等地分配到两个子核中去。细胞核的分裂并不是仅仅将遗传物质在数量上简单地一分为二；它是一个严格的、必定极为精细的过程，以保证在排除干扰因素的情况下，同一个生物体细胞中的细胞核都是相同的。这是细胞及细胞核精确自复制的一种机制，也是

所有生命活动中最惊人的过程之一。由于受精卵也是一个细胞，并且是由可实证的细胞产物（精子和卵子）形成的，因此，生命的延续可首先归因于细胞，然后，更重要的，可归因于细胞核，甚至是细胞核里面的组分。

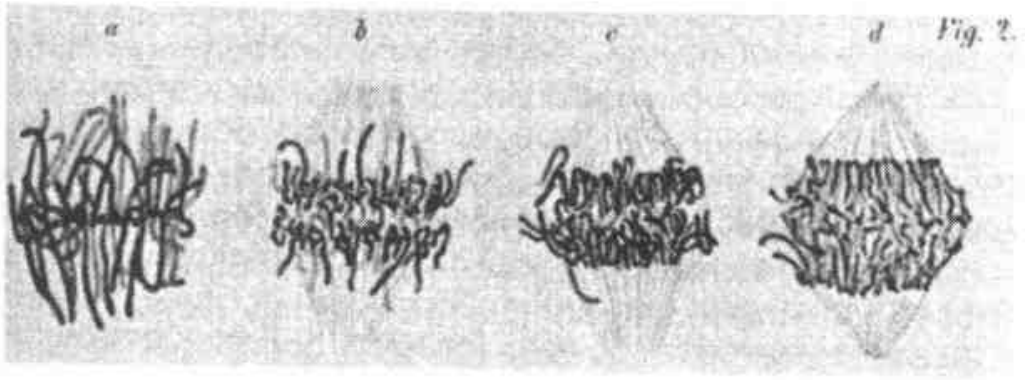



**图 3.2　染色体，在分裂的细胞中可被观察到的染色很深的小体，1875 年后引起显微镜专家们的极大兴趣。染色体在分裂期间奇特的行为——其中最显著的是染色体的复制，以及两套染色体被平均地分配到两个子细胞中去——强烈地提示这些小体是控制遗传的基本元素。本图是百合胚胎细胞核中的染色体，a、b、c 是聚集在中纬线板附近的染色体，d 是正要平均分配到子细胞去的染色体。（瓦尔特·弗莱明，1882）**

什么是细胞核？或者，更进一步问，细胞核中基本的遗传成分是什么？直到 19 世纪 70 年代末，人们才找到了这一问题的答案。在细胞核里有一种可被染色很深的物质（染色质），在细胞核分裂期，这种物质便形成分离的、丝状的、可辨认的小体——染色体（1888 年定名）。不管是在正常细胞的分裂中，还是在性细胞形成（减数分裂）之前的更复杂的事件中，正是这些必然存在的特殊小体的上述行为构成了细胞核分裂的本质。1884—1885 年间，细胞学领域的许多领袖人物都分别得出结论：细胞核，毫无疑问还有它的染色体，是世代之间唯一的、至关重要的物质纽带。从亲代的细胞和细胞核产生特化的细胞（精子和卵子），然后由此产生一个当然也是由细胞组成的新生物体，如此生命得以无限延续。

上文说到的那些事件，甚至还有在以上讨论中略去的事件，说到底，都属于技术性问题。然而，它们的成果是显著的。1885 年时已经取得了一个了不起的成果：确定了染色体这个物理化学实体是生命延续中重要的、甚至是唯一的物质。19 世纪八九十年代，人们以极大的兴趣对染色体作了化学分析。例如，检测它的基本组成元素，并且注意到其中除含有普通的碳、氢、氧、氮外还含有原先没料到的磷。当然，染色体的分子结构全然是一个谜。但是，染色体如何调控受精卵的发育？染色体又是如何同遗传和变异现象所揭示的那些仍很模糊的知识相联系的呢？对这些问题当时只有全凭臆想作出的一般性的解释。对这些问题能够进行严格的实验分析，直到 19 世纪的最后几年里才开始有机会。但是，在 19 世纪的最后 20 年中，人们却热衷于对完整的染色体在其存在的各个阶段的情况作越来越精确的研究。最令人感兴趣的是正常细胞以及被人工干扰的细胞在分裂期间染色体的分配问题。当遗传特征的分布可以被确切测量——这已经由杂交实验而得到肯定——时，从收集到的信息中才显露出染色体的重要性。而直到 1900 年，孟德尔的遗传变异原理被重新发现之后，遗传特征与染色体分配之间的对比才成为可能。从大约 1902 年开始，孟德尔式遗传现象的研究与已有几十年历史的细胞、细胞核和染色体的显微观察研究相结合，产生了细胞遗传学。细胞遗传学与物理学和生理化学已取得的成就一起，导致了生命科学的一场革命。这场革命仍然深深地影响着 20 世纪的生物学。

## 发育的事实

19 世纪有关胚胎学的讨论简单地认为预成论与渐成说的长期争论已经以后者占优势为结果而完全解决了。虽然预成论在新的世纪里确实很少有人赞同，但并不意味着对发育不同解释之间的热

烈争论突然就停止了。渐成说确实令一些胚胎学家满意,他们追随18世纪的大师卡斯帕·弗里德里希·沃尔夫(Caspar Friedrich Wolff,1733—1794)①,并声称"没有看到的东西是不存在的"。然而,他们对个体发育中控制因素的论点却是令人怀疑的。

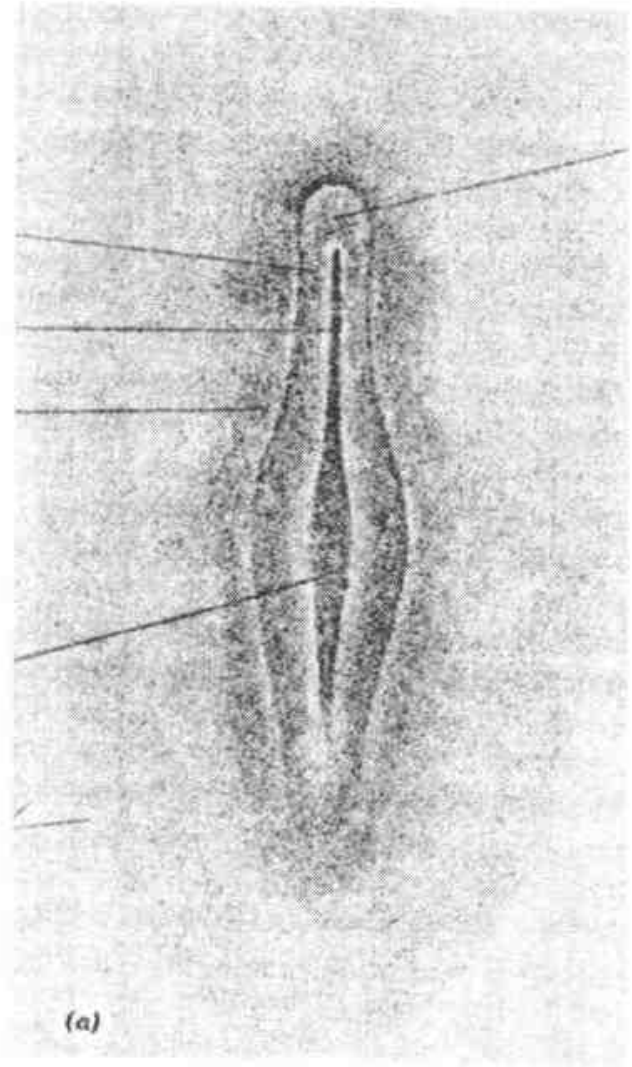
预成论者假设生物体从一开始就是以其结构和功能的完整状态存在的。因此,预成型胚胎面临的最大问题就是生长问题,即已经严格勾划画轮廓的胚胎如何进行原始的扩增。这事实上是营养问题,因此它与生理学中将营养"颗粒"分配到发育个体适当位置的力量的假设一起发展。这种臆测的基础当然是很成问题的,但它们的理性根基却有很大意义。

18世纪的预成论者在很大程度上都接受并采用了牛顿的宇宙演变法则。宇宙的创造和调节规律,以及其所有较小的作品,包括生物体在内,最终都是上帝智慧的产物。由于生物的存在以及生物局部和整体的形态都归因于上帝,因此,接下去的所有事件,即胚胎的实际发育(生长或壮大)过程,就将从属于当时流行的"机械论"规则了,或者是这个,或者是那个。一旦起源的难关被克服,博物学家就可以很自然地将胚胎发育归因于第二位的原因了。

持渐成说者面临的困难则更难以对付。他不能假设存在任何预成型的生物体,因此不得不为在现实世界众多不断变化着的现象中何以产生这样一种生物的实际情况作出说明。所谓渐成发育就是建立在先前变化的基础上发生的变化,并且在生命王国各种事件的正常发展过程中,它始终都导致一个可被证明的必然结果,那就是,产生一个特定物种的成体。但是,这些渐成说者们知道得很清楚,受精卵实际上是没有特定结构的,而它产生出一系列不同凡响的转化过程并不需要依赖别的条件。因此,如果有机体的形态不是

① 德国解剖学家、胚胎学家,观察鸡胚的发育,证明小鸡的肠管是逐渐形成的,为渐成论提供了证据,还发现胚胎的中肾管,著有《发生论》。——译注

一开始就有，而是后来产生出来的，那么调节并为这样一个无比复杂的发育过程定向的物质会是什么呢？




对大多数坚定的渐成论者来说，提出这个问题就是在预期它的答案：他们认为必然存在一种特殊的发育力量。这种力量一刻不停地作用于胚胎，监视它的每一个转化，以保证不管胚胎的实际发育途经看上去有多曲折，它永远都朝着自己的目标发展，这个目标是集结构和功能为一体的成体形态，从不那么严格的意义上说，大多数早期渐成论者都是活力论者。他们需要一个在所有生物中都存在并起作用的（发育）力量，而这个力量必然是与物理科学尤其是力学

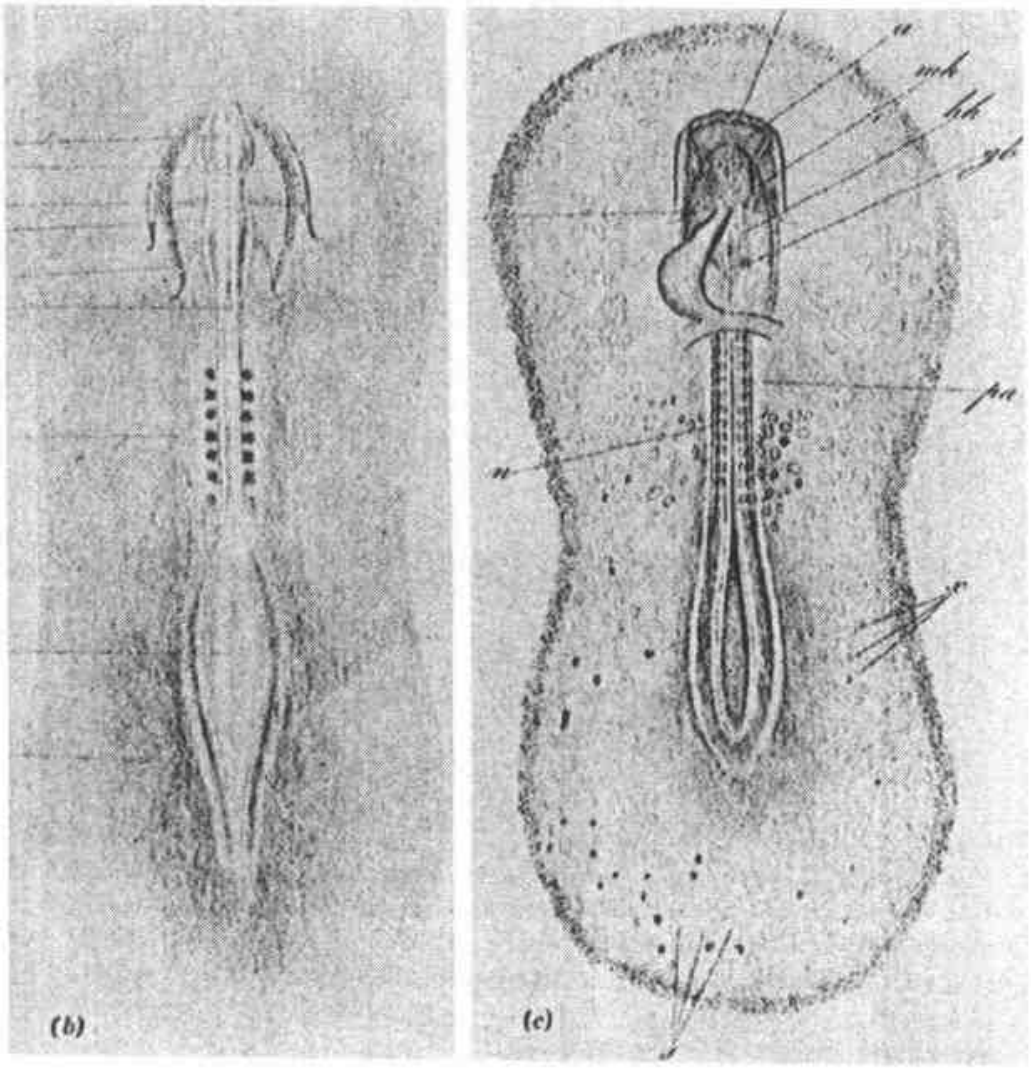



**图 3.3　描述性的脊椎动物胚胎学在 19 世纪上半叶进展显著。这种研究的经典材料是发育的鸡蛋。本图(a 到 c)是小鸡发育最初 36 个小时期间的三个阶段，是由发育和显微解剖学最了不起一位研究者记录的。其中，两侧对称的脊索、重复成对的未来肌肉组织以及显眼的心囊清晰可见。(罗伯特·雷马克，1855)**

已仔细检测、有时还能控制的那些自然力不一致的。沃尔夫在 1759 年声称存在一种“基本力”，它仅能从“它的结果”中看出来，也就是说，“只要弄清楚它就能解释(身体)各部分的发育”。冯·贝尔是 19 世纪早期最伟大的比较胚胎学家以及渐成说思想的有力支持者，他

极力反对对发育作任何机械论解释。他声称，是“发育中动物形态的本质（按照新自然哲学学派的观点就是理念）控制了生殖细胞（受精卵）的发育”。沃尔夫的“力”和冯·贝尔的“本质”似乎是从不同的形而上学信仰中衍生出来的，并且可能并不能等同。然而，他们的共同点是都表明了早期渐成论者希望对发育过程的控制问题寻找一个非机械论解释的愿望。这个解释也许不得不从生物体独特的性质或者它与自然界次序之间特殊的关系中去寻找了。冯·贝尔的观点得到了胚胎学家们的广泛赞同。

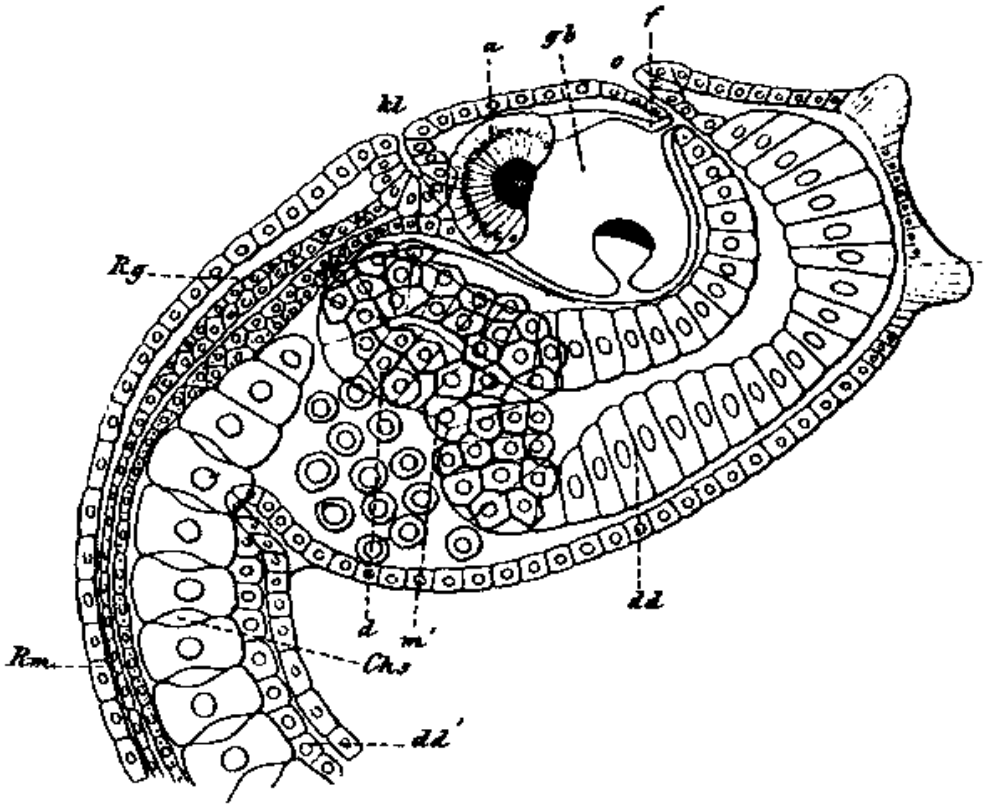



**图 3.4**

接下来一代的学者对这个结论攻击得非常厉害。然而（他们的批评持续针对的却是早期渐成论者对大量不同生物体中实际发育过程高超的描述上。然而不管对渐成论者们关于发育力量的各种观点有何种看法，实际上所有对有机个体发育问题感兴趣的人都

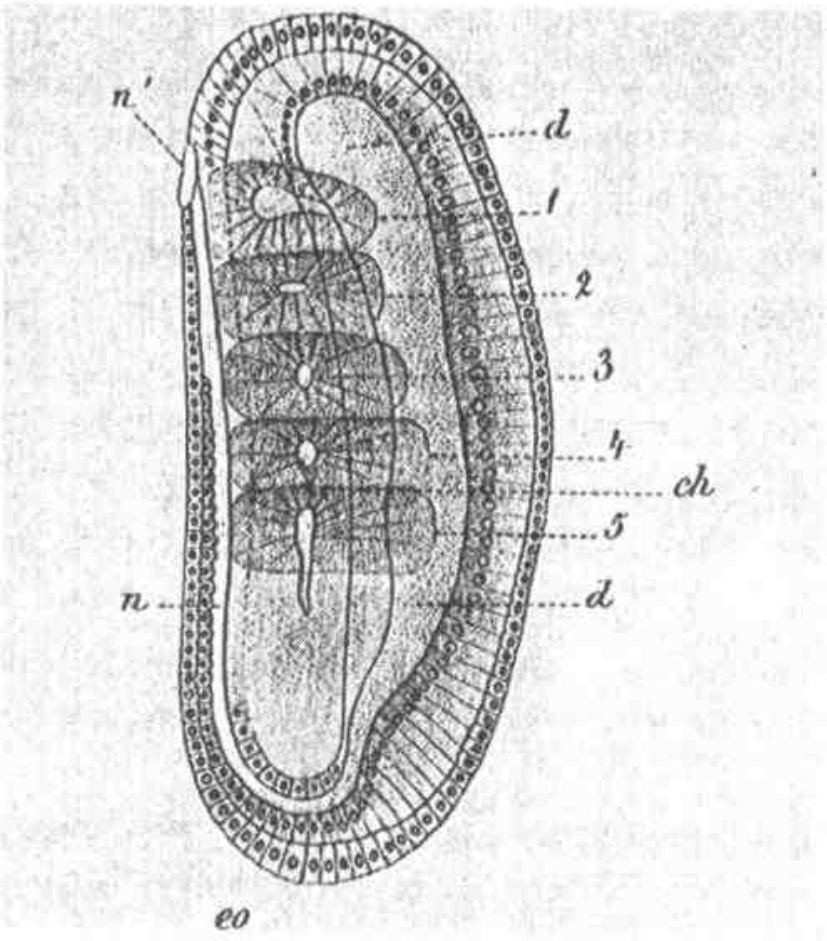



图 3.5

**图 3.4 和图 3.5　描述胚胎学的重心在 1850 年以后转移到无脊椎动物、主要是海洋动物上了。大量对比较研究有用的信息被积累,而胚胎学家也由于其工作的美学意义和科学意义而受到极高的评价。图 3.4 和图 3.5 所示分别是海鞘和文昌鱼的发育阶段图,这两幅壮丽的图画是俄国一位重要艺术家的作品。(亚历山大·科瓦列夫斯基,1871,1877)**

认为他们的描述工作实属难以否认的事实,揭示了个体发育的真相。在这之前,传统的预成论学说也尝试过这样做,却发现很难维持。冯·贝尔的《关于动物的发育史》(1828—1837)是对渐成学说的重要阐述。除了对生物发育研究普通原理作了著名的讨论之外,这本书还很好地体现了同时建立于渐成说思想之上的描述及比较胚胎学的意义和成就。

渐成说的成功是在1816年夏天从维尔茨堡大学开始的。在那里，海因里希·克里斯蒂安·潘德尔（Heinrich Christian Pander，1794—1865）在伊格纳茨·德林格的建议下，在自己的密友冯·贝尔的支持下，开始详细研究鸡蛋从无形的最初阶段到孵出小鸡的发育过程。当时，沃尔夫对这个胚胎学研究经典材料的观察结果还鲜为人知，而维尔茨堡的研究人员却从中受到了鼓励。冯·贝尔决定对各种生物体——其中主要为各种脊椎动物的典型代表——的发育过程进行考查、比较和撰写报告。他的调查研究永远是出类拔萃的，但它们只能是这门新科学美好开端和快速发展的例证。到了19世纪中期，主要脊椎动物群（哺乳动物、鸟类、爬行类、两栖类、鱼类）发育的大体过程，通常还有一些极详细的情况，得到了公布。对非脊椎动物发育模式的研究也开始了。这种研究是在新建立的海洋生物研究所极好的环境中进行的，历史证明它是所有生物学科中最有活力的学科之一。

这种充满热情的描述工作不仅一再肯定了个体发育的现实，还导致了对发育实体——胚胎——特征的密切关注。例如，发现了独一无二的胚胎组织，并认为胚胎发育完全是一个细胞过程。沃尔夫、潘德尔、冯·贝尔以及许多其他学者都认为，在胚胎发育过程中，并不是从卵直接形成器官，而是形成广阔的、独特的组织层，并且只有通过这些组织层（“胚层”）合理的转化，才能产生器官以及明确的身体各部分。于是，寻找这些胚胎组织的起源以及追踪它们的去向在很长时期内，一直是胚胎学中引人关注的焦点。

但是最敏锐的发育研究者还需要进一步的分析。胚层必定可分解成器官结构的最终单位——细胞，就像器官或任何具体的身体组分一样。对脊椎动物发育的一个统一的解释在1840年至1855年间产生了。众多观察者严格的显微调查又一次为此提供了决定性的证据，这次证明的是个体发育的细胞解释。罗伯特·雷马克（Robert Remak，1815—1865），这个新观点的主要创造者，在1855年

得出结论："在卵发育过程中，任何阶段都没有事实可以使我们确信除某个结论之外的任何结论。这个结论就是，独立产生的细胞核或细胞，实际上仅是由已存在细胞核或细胞的分裂产生的。"这样，在任何发育阶段，生物体最终的细胞成分都是由"卵细胞通过累进的分裂产生的形态学上相似的元素"。这里，生物学关注的一个重要问题——个体发育，与至关重要的细胞理论又一次达成了一致。细胞在这里成为19世纪生物学中最著名的历史过程——个体发育——的统一元素。

## 胚胎与原种的相似之处

"个体发生是种系发生的简洁、快速的重演。"这就是恩斯特·海克尔（Ernst Haeckel，1834—1919）[①]对其重演理论简练精辟的声明。这一理论认为，个体发育的过程，尤其是生命高级形态个体发育的过程，以相应的次序相当精确地重复或"重演"了地球上生命演化历史的循序渐进的阶段。海克尔1866年提出这个观点，并将它作为一个覆盖大量生物的进化综合体的整合成分。作为一个狂热的唯物进化论者，他要"为达尔文"提供论证，并发现胚胎学问题十分适合他的目的。海克尔对重演学说的解释和普及获得了非凡的成功，使这个理论成了后达尔文进化思想中的一个极有影响的核心模式，以至于人们一旦涉及到晚期进化思想的发展时，就要对这个既存在错误又令人信服的理论加以考查。重演学说的源头，以及对它的许多最有力的批评，要追溯到19世纪初期。

在1800年和该世纪中叶之间，有机体进化变化的思想一直属于纯理论博物学的范畴。证明生命可能存在演化转型的系统而具体的

① 德国动物学家，达尔文主义支持者，提出生物发生律（即重演律），为进化提供了有力证据，主要著作有《人类发展史》、《生命的奇迹》等。——译注

证据——这些证据主要来自于化石记录——非常缺乏，即使间或有积累，其意义也很小。因此，预期中胚胎发育各阶段能与之进行比较的进化记录更多的是思想的产物，而不是自然的呈现。达尔文在1859年出版了《物种起源》之后，随着接踵而来对有机体转型问题兴趣的升高，人们开始劲头十足地寻找并发现了演化的具体痕迹。

于是，博物学家们充满信心地认为，在诸如从鸡蛋发育成成熟小鸡的一系列过程与所有鸡类动物从某种较原始的鸟发展而来的过程之间，确实存在近似之处，甚至有可能是相同的；而那种较原始的鸟则完全可以追溯到脊椎动物的起源，然后再追溯到具有代表性的原始的生物。然而，这些希望太过乐观了。最能说明这种对应性的证据并不存在；也就是说，并没有证据证明在胚胎发育与所推测的原种演化过程间有精确的结构或顺序上的对应。人们可能有理由认为，建立重演学说所依据的更多的是希望个体和种系发生过程对等的预期，而不是关于这个结论的那些有提示作用却并不牢靠的证据。

这种解释将人们的注意力从描述性胚胎学以及对进化理论的重建，转移到重演学说赖以产生的意识形态根源上来。这些根源可以从浪漫主义时期德国自然哲学家们的形而上学以及由推论得出的生物学原理中发现。重演学说的核心是各种自然力都相同的思想。我们不必担心力的确切定义是什么，因为“力”和“客体”在自然哲学家的自然观中是不可分割地联系在一起的。弗里德里希·W·J·谢林(Friedrich W. J. Schelling, 1775—1854)[①]在1799年写道：

> “只要我们认为所有客体不仅仅都是一件产物，且同时也必然具有再生能力，它就为我们而在自然中产生，既是被生产物又具有生产能力的特性，在大自然的理念中包含这一理念，哪怕这种理念

① 德国哲学家、德国古典客观唯心主义代表人物，晚期转向天主教神学，著有《对自然哲学的看法》、《先验唯心论体系》、《哲学与宗教》等。——译注

是用最平常的语言表达出来的。”

正是自然哲学的鼻祖谢林及其众多关心生物事件的追随者如奥肯、德林格、C·G·卡勒斯等,超越了伊曼纽尔·康德(Immanuel Kant,1724—1804)[①]的批判哲学强加在人类理性上的告诫性限制。谢林探求人类该如何“理解”自然,抓住事物的本质。与康德相反,他认为这种知识不仅是可能得到的,而且是必须得到的。智力或理性,与自然有相同的来源,那就是,智力通过一个发展过程产生于自然。

这个结论的含义是深奥的。所有客体及过程本身所固有的统一性得到了确认,而自然现象的存在及其永不停息的转化也被归因于自然的复杂特性(又一次,既是被生产物,又具有可再生性)。从哲理角度对自然进行解释,实际上就是在创造自然。对谢林来说,科学所面临的最大问题就是要设计出一条“规律”,依照这条规律,曾发生过的现象都能再生。这条规律被发现存在于发展的本原中,根据此规律,自然界中处于不断漂移但始终相对的两极位置上的对立因素才是推动事物发展的原动力,并由此而辨证地推动自然周而复始地向前发展。

自然哲学家们的认识论和形而上学观点十分有趣,也非常模糊。但当将这些相对立的原生力运用到生物学领域的发展事件时,他们的这些观点仍然为理解这些力的特殊性质提供了重要背景。如果自然从根本上讲是一个整体,而其整体性是由一种不可分割的发展力所产生并维持的,那么这种力的各种有形表现即使不完全相同也将极为相似。这在生物学中就意味着:发育,不管它发生在什么地方,都将沿着一个共同的、得到很合理限制的过程进行。这正是控制一切的发展力之整体性所需要的。

---

① 德国哲学家、德国古典唯心主义哲学创始人,主张自在之物不可知,人类知识是有限度的,提出星云假说,著有《纯粹理性批判》、《实践理性批判》等。——译注

在18世纪，共同发展力的观点已经提示要用一个概念来将当时仍未确定并有很大争议的胚胎发育和原种发育统一起来。这种想法在1800年之后更加明确了，并在19世纪20年代达到了成熟。在后一种情况中，重演思想的潜力得到了充分的利用。约翰·弗里德里希·梅克尔(Johann Friedrich Meckel)和法国的医学解剖学家艾蒂安·塞尔(Etienne Serres)，是早期重演说最鲜明、最彻底的倡导者。前者在1821年对该学说作出如下概述：

> "生物个体的发育与整个动物系列的发展遵循相同的规律，也就是说，较高等的动物，在其逐渐演化的过程中，总要经过那些永远存在的、比它低等的有机体阶段。"

这一事实不仅肯定了胚胎不同发育阶段间的差别与现存动物群间的差别，存在着极大的相似性；根据梅克尔的观点，它还揭示了"生物体所固有的一种倾向，这种倾向在不知不觉中引导它经过一系列的中间阶段后，进入生物体的更高级阶段。"

自然哲学家的发展力发挥作用时有一个重要的限制。由于在自然和思想之间存在某种对应，因此自然的实际表现——对生物学家而言，就是生物体伟大的发展次序——将受思想的支配。这是一种唯心主义哲学，认为思想或理念的存在是第一位的。每一个生物体，或者更一般地说来，生物体的每一个群，都是一种特定理念的体现，是在自然的第一起因即上帝看来存在并亘古不变的永恒潜能及时而具体的发挥。

"理念"给动物分类提供了有用的指导。例如，冯·贝尔将生物分成四个主要的群，他所依据的是每个群内共同的发育模式，而这种模式又依次取决于控制这个群的"本质"或理念。这种学说在19世纪前半叶的胚胎学和动物分类学中大行其道。使人联想起柏拉图完美而永恒之理念的理想范型，超越有机自然的不断变化，并为那些愿意看到的人而赋予它一种连贯性及符合逻辑的匀称性，但其

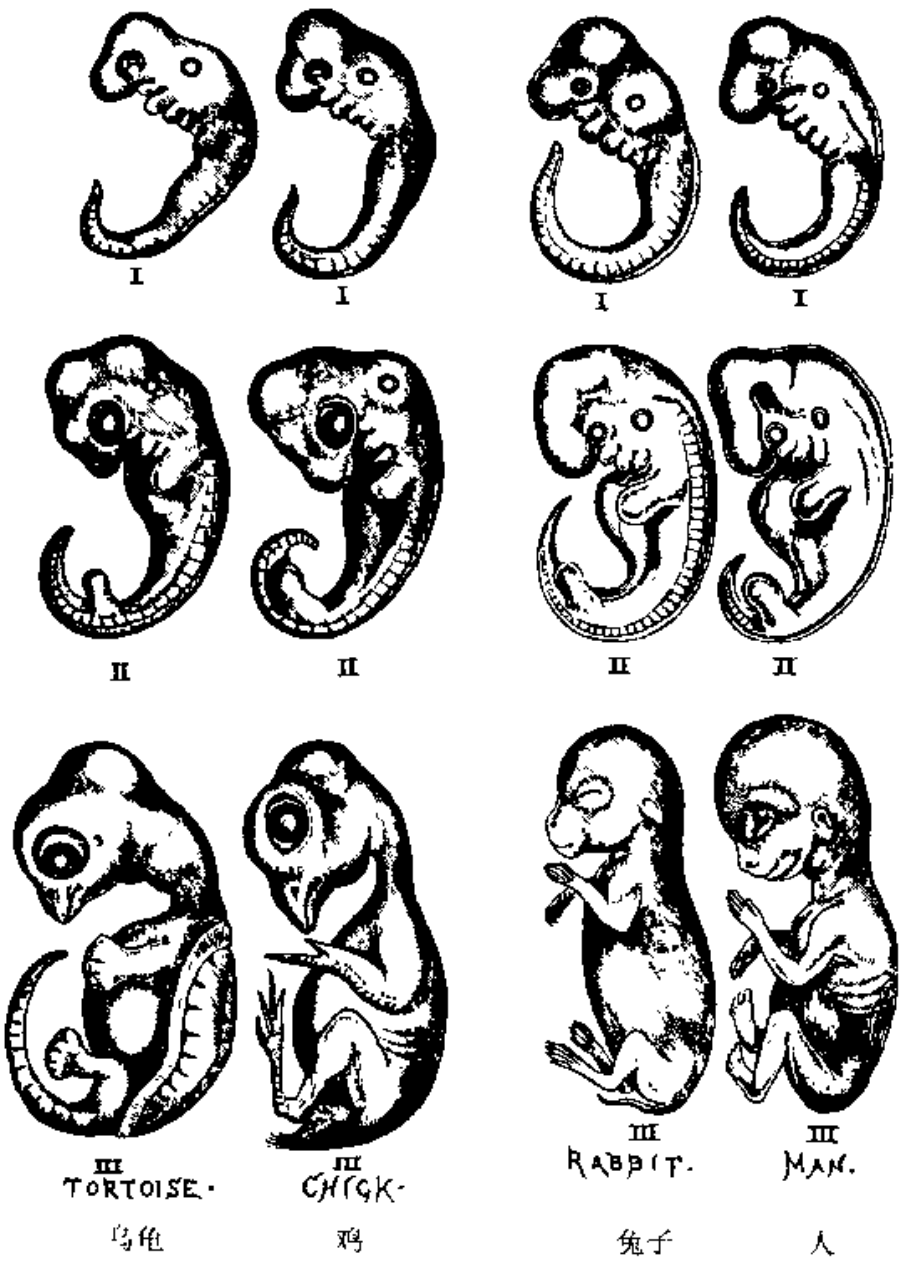



图 3.6　重演学说在脊椎动物纲中非常有说服力。以上比较强烈显示了这一群体中一般发育图式的相似性，从中很容易得出所有脊椎动物的发育途径都相同的结论，而事实上也确实得出了这样的结论。这个结论模糊了每个物种发育过程中存在的复杂的特殊性，并且与冯·贝尔的基本原理相抵触。冯·贝尔认为个体发育是一个逐渐分化的过程。（乔治·约翰·罗马尼斯，仿恩斯特·海克尔而作，1892）

正确性似乎并不为产生万物之自然力看似混乱的作用所承认。后来的一些作者，主要有英国的解剖学家理查德·欧文（Richard Owen）以及瑞士的博物学家路易斯·阿加西（Louis Agassiz，1807—1873），试图将唯心主义的范型图式与基督教中关于站在创造物之外并高高在上的造物主上帝的概念调和在一起。这种调和非常困难，而且实际上也没有成功。神圣命定的思想和固定的范型，也许还有其他因素，使得欧文和阿加西成为达尔文转型过程自给自足观点的主要反对者，后者认为转型过程产生了有机界的多样性。

重演学说在1830年之后重新出现，不管它是得到了明确的表述，或仅仅是形式上的重复，在对胚胎学、解剖学以及博物学普遍原理的大量著述中，都出现了这种似曾相识的规律性。阿加西是在慕尼黑受的教育，但后来移居马萨诸塞州。在他的帮助下，美国的大学生物学教育开始实施。他在19世纪50年代积极地重申这一学说。他提出了一个三重平行进化的观点，提醒人们注意有一个“演化关系”可以解释地质记录中、胚胎发育中及现存生物分类各部中生物顺序间的相似性。海克尔虽然对阿加西将自然视为上帝之工艺品的观念进行了严厉的抨击，但他却赞成广泛平行进化的思想，并且如我们已注意到的那样，他还扩展了它的意义，将重演说的各种观点上升至进化论思想家的主要信条。重演说尽管遭到了充满敌意的批评，但它却有着经久不衰的生命力，下述引文就反映了这一点。这段话是人们百年思辨的精华，引自19世纪90年代出版的一本脊椎动物胚胎学权威手册：

> 对发育的研究向我们揭示了每一种动物都有其祖先的印记，且在其发育过程中必定会显露自己的起源……进化论告诉我们每一种动物都有一个过去的系谱。胚胎学则向我们揭示了，这个祖先——由于每一个动物在它自己的发育过程中都重视了它的历史——有它自己的系统树。

除了它自己的主张之外,重演说最非凡的成就在于它竟然能经受住极有才智的批评而流传了下来。主要的一次攻击是由冯·贝尔于1828年发起的。重演说声称一切种类的胚胎都具有永久的相似性,而冯·贝尔却论证道,实际上个体发育过程中多样性在不断增加。胚胎仅在它们相对而言无甚差别的最早阶段是相似的。在发育的整个过程中,它们彼此间的差异逐渐拉大。如果事情确实如此,即冯·贝尔的论据是确定无疑的,那么又怎能合情合理地推测发育中的小鸡一定会呈现与成体鱼类、两栖类和爬行类动物相同的胚胎阶段呢?当然这是梅克尔的说法,而冯·贝尔则对它的逻辑性及其证据基础提出了强有力的质疑。

然而,生物学后来的发展史确证,冯·贝尔广为人知的反击只起到了有限的持久影响。历史学家们仍须解释为什么会这样。有人可能会这样猜测:在19世纪50年代之前,自然哲学家的自然动力学观点和影响,包括它对力之整体性的假设及其导致的变化过程,使得生物学家倾向于寻找、而不是批评分析胚胎及祖先系列中的平行进化。1859年之后,恰逢海克尔的运动开展之时,人们发现重演说对解决重建动物祖先历史中遇到的难题具有极大的用处。虽然甚至连较完整或可靠的化石系列都没有,但对热衷于重建进化过程的人(种系发生研究者)而言,实在太具诱惑力的就是着手研究被认为横跨了最大演化过程的更高形态的胚胎发育阶段,并从中找到缺失的祖先阶段。这些祖先阶段被认为与现存并可观察的胚胎发育阶段之间存在相似性。这种论点,尤其是它所断言的用处,可以解释重演学说在进化论时期的生物学中持续繁荣的原因。

## 胚胎学的新抱负

重演学说使19世纪的胚胎学明显地统一了起来。据称,至少从1860年开始,这个学说就是"胚胎学事实得以解释的基础。"

1860年这个日期仅仅是对该学说在得到海克尔系统阐明并被引入后达尔文进化研究中之前所具有的含糊性的一种认可。为了证实重演学说，有时也是为了对付针对它的反对意见，大量生物体代表性的发育阶段得到了严格、全面而彻底的研究。这些研究着重于完整而细致的描述，并信心十足地认为将这些信息与势不可挡的祖先—胚胎平行进化概念相结合，会产生积极的作用。

这种探究的局限性到1875年时已经越来越明显了。10年后，低调的批评逐渐变成了一场呼吁对个体发育问题进行新探讨的强劲运动。主要以描述及比较胚胎学为依据的历史解释，对个体发育的理解或许已不再足够。从那时候起，人们会从对因果因素的分析中了解到这一点，这意味着必须利用此前被形态学家所忽视的理化技术和解释原则。将胚胎学转变成一门实验科学的基础正逐渐形成。

威廉·伊斯（Wilhelm His，1831—1904），莱比锡杰出的解剖学家以及对这些新观点直言不讳的倡导者，坚持认为（《我们的身体及其发育过程中的生理学问题》，1847），系统发育研究——即胚胎学中的重演学说——的主题和方法，与“个体的生理胚胎学”的主题和方法是“完全不同的”。虽然伊斯完全支持对重演学说的传统批评（胚胎阶段与祖先阶段事实上并不完全一致），但他更愿意鼓励彻底抛开重演学说，以获得关于个体发育的精确、有用的知识。

对伊斯来说，观察者亲眼观察到的胚胎发育是该科学中最基本的事实。胚胎产生于受精卵，这个卵来自于亲本的生殖细胞，而亲本本身以及整个祖先系列都是这样产生的。这些事情确实非常有趣，但它们却扰乱而非帮助了胚胎学家的研究。在对发育的分析中，祖先系列的再现，正如上文对生命伟大的遗传连续体的概述所显示的那样，与当时的有机体发育问题相去甚远。难怪伊斯认为，祖先-胚胎平行进化的观点对了解个体发育的原因一点用处也没有。他坚持认为：“一系列的物种一个接着一个地出现，并且这种

现象必定会不断地重现，这其实是无法解释的。”对胚胎学事实的正确解释只能从对胚胎发育瞬时物理化学条件的调查研究和最终掌握中获得。简单地说，“在有机体发育过程中，没有偶然的原因；每一单独的过程都有它自己特定的位置，而所有这些过程都必须遵循生命在特定时期具有特定功能的规律。”胚胎学于是成为一门时间和空间都有严格限定的科学，因此，必须完全遵从物理学和化学的设想和实践，而后两者被认为代表了真正的科学探索。

伊斯对“生理形态学”的呼吁几乎没有人注意到，而对该新科学的明确阐述一直到19世纪80年代才开始，后来经由威廉·鲁（Wilhelm Roux，1850—1924）为众人所了解。在一场为胚胎科学重定方向的重大运动中，鲁用他自己的实验（该实验结果有很大的争议）作为例证材料。他说，胚胎学家所需要的是“在脑中”形成一个明确的“问题”，然后再“运用合适的方法，想方设法地推断出一个确定无疑的答案”。研究的方法可以是针对生物体内部的因素（例如，遗传、变异的影响，以及生理液体的状况），或者也可以针对外部因素，即生物体生存的“环境”条件。后者对实验者来说是个明白无误的诱惑。通过对环境条件的操控，如对卵或胚胎进行机械干扰，改变光、温度、压力、化学试剂，或改变重力场或电磁场的定向，实验胚胎学家开始人为地生产发育中的生物体，然后再检测它们各方面的反应。这种实验研究，在1890年时突然兴起，1900年之后趋于成熟并获得最好的理解，其形式也更成熟了。胚胎学进入了一个极其活跃的新时期，这是仅与以下两个时期的情况比较而言的。一个时期是1820年之后的数年，其间，描述性工作使个体发育的真实情况得以确定；另一时期是1860年后的那段时间，胚胎学通过祖先-胚胎平行进化思想，而与达尔文在当时刚提出的进化论一起得到了繁荣。

新一代胚胎学家广泛接受这样一种信念，即用他们的基本原理可以解释所有的现象，在某些情况下，甚至只能用它们来解释。因

此，对发育事件的最终解释也很有希望在物理学和化学的规律中找到。以伊斯和鲁为代表的众多胚胎学家试图利用物理科学早已得到确认的准确性和明显的确定性。例如，虽然鲁极不情愿地承认在任何发育变化中都不可避免地存在"复杂成分"，而使得该课题总是有极大的模糊性，但是他仍然很起劲地在每一个这样的变化中寻找一种能量的特定组合。他试图在当代物理学和化学所具有的同样稳固的基础上建立胚胎学，即将发育中的生物体当作一个物理体系、从而成为新实验分析的成熟对象来研究。但是考虑到现实中还不存在任何可以将胚胎的奥秘公之于众的分析方法，鲁及其更善于思考的同时代人意识到，圆满地实现这个目标将是未来而非现在的事。然而，胚胎学家仍然必须一心一意地从事自己的实验研究工作，根据物理科学的最佳程序来设计实验，并始终努力去获得一种能够被归入更广泛、更像物理学或更像机械学范畴的发育过程的知识。

这个目标与早期渐成说的目标是不同的。它与冯·贝尔对调节动物发育的"要素"的最终呼吁以及其他人提出的在个体发育过程中存在的明确但无法证实的特殊的力有激烈的冲突。鲁的机械论学说也为击败晚一些时候的活力论者——尤其是汉斯·德里斯（Hans Driesch）——提供了一种武器。德里斯从19世纪90年代中期就开始发表这方面的惊人文章，为持各种观点的活力论者提供了貌似科学的证明。这些问题伴随着胚胎学和生物学的发展一直持续到新世纪，是非本书所能详加论述的。然而它们又重新唤起了19世纪个体发育研究者期望有所改变的抱负。对渐成说观点的检验以及对其合理性的发现，直接导致了描述和比较胚胎学的产生。实际上同时也第一次产生了胚胎—祖先平行进化的说法——这更多的是一种需要，而不是证明。达尔文的进化论使这种学说复活，并转而引发了一场迄今为止史无前例的胚胎学研究和臆测的繁荣。然而，这一学派基本的历史目的遭到了以伊斯尤其是鲁为首的因果

形态学新学派的强烈反对。由于它不能为发育提供一个如前所述的因果解释,这些人就将所有早期胚胎学研究的实用性和意义都一概否定了。这种将19世纪按人们对有机个体发育不同态度进行的时期划分,当然是从该科学各种明确表述过的目的中推论出来的。但是,不管是否有这种公开的指责,胚胎学描述这个伟大的工作在该世纪确实获得了令人瞩目的进展。一旦确信个体发育是真实的,而不仅仅是一个表面现象,对所有生命存在形态中的这种过程进行描述的大门就敞开了。早期的描述工作以及对自然强大潜力的普遍相信,使人们接受了发育的真实性,而正是这一点,使胚胎学成为人们关注的中心和19世纪生物学的主要活动。

# 第四章
# 转型

虽然博物学引入并在很大程度上界定了生物种类的问题，但这个问题的影响却扩展到长期受人类关注的其他领域的重大问题上。在科学家中，地质学家与19世纪善于思考的博物学家最谈得来。这些博物学家已经成熟了，而且，是在一个基督教占绝对优势的社会中成熟起来的。他们理解并且普遍接受传统基督教中造物主上帝的概念，上帝对他创造物的旨意可以有许多种解释，却永远不会被贬低或否定。博物学从它与神学——尤其是在英国——的密切联系中，获得了很大的益处，同时也有明显的不利之处。

随着该世纪向前推进，种类问题逐渐得到了清楚的定义，并成为博物学家最关注的问题。在认识到生物界多样性的同时，人们意识到在个体无限变化的生物庞大总体中的众多亚单位之间，无论是在形态、行为、生殖力，还是在环境情况上，都有着基本的联系。这些亚单位或者说动植物的"种类"，不管它们是如何被划分的，都使问题不可避免地摆在人类面前。物种的明确性及其起源也许可以归因于超自然或自然的原因，但在漫长的世代交替中，其稳定性很值得怀疑，想像中物种固定不变的传统看法遭到了质疑。如果物种的形成确实有一个发展过程，那么这个过程很可能可以被重新发

现。不管有多么地出乎意外，一个物种通过长时间的转变，也许真能产出一个相关的但本质上完全不同的物种，并且这个过程可以无限地重复。诸如此类的问题就构成了物种问题。它们还反映了当时流行的历史倾向，这种倾向后来支配着有关物种问题的讨论；并提示了对物种变化论的考虑正逐渐发展成为关于地球表面各种形态生命进化的一个非常清晰的理论。

## 神学关注的问题和纠纷

达尔文进化论的各种论点中，再没有比它们对人类生物状况和道德状况的暗示更能引起关注或轰动的了。人类在自然中的位置，以及更重要的，他与造物主之间的关系，一直是神学极度关注的问题。由于对有关人与创世的基督教观点的攻击从17世纪中期开始越来越猛烈，因此，神学家在评价和传播其学说时都非常谨慎。在众多的问题中，两个有内在联系的问题是研究进化学说的历史学家所主要关注的。

造物主上帝是18世纪自然神学辩护者所热爱的真正伟大的创造者。但他还远远不止于此。他不但创造了万物，而且，他之所以如此做是出于他至高无上的智慧和无与伦比的仁爱。人类的特征，经过神圣化后就完全成了上帝所特有的特征。人类，说到底，是上帝照着他自己的形象造出来的，并且，人类为赎罪而受苦。上帝创造万物，但他自己并不是创造出来的。宇宙以及所有的生灵——自然——是上帝的亲手制作品，也是他宏伟规划的实现手段及标志。因此，所有的存在物都明证了上帝对其创造物所给予的关注以及他与其创造物之间的根本不同。在此，人们对使这个世界诞生并继续运行的超自然起因发生了令人注目的争论。

神学家同样也强调研究自然所具有的教育意义和道德价值。关于自然的书在引导人们通向神圣事物方面仅次于《圣经》。始终

存在于基督教教义中的自然神学，在1650年至1850年间获得了极大的繁荣。正如弗兰西斯·培根（Francis Bacon，1561—1626）[①]所说，它是“可以通过对被造物的思考自然而然获得的关于上帝的知识的一个火花”。它的目的是神圣的，它的课题是自然。从显微观察者扬·斯瓦默丹（Jan Swammerdam，1637—1680）[②]到威廉·培利（William Paley，1743—1805）[③]大牧师，从伟大的博物学家约翰·雷（John Ray，1627—1705）[④]到地质学家和辨惑学专家威廉·巴克兰（William Buckland，1784—1856），不同时代的博物学家都描述过自然界中体现神圣智慧力量的例子。在研究动物和植物的过程中，可以同时增加对自然以及至高无上的自然创造者的了解。这种实践到1800年时已非常前卫。生物体的相对完美性被强调，而它的不完美性却基本上被忽略了。生物存在的“目的”必须说明该生物能够存在、生长以及繁殖的条件。这种目的显示了上帝的意图，它包括身体各部分之间以及身体各部分与其功能之间的细致协调，生物对其环境的适应，以及上帝为了满足人类每一种需要和快乐而提供的特殊植物和动物。

对受造物主控制的目的和完美性的强调，尽管实际上并没有否定人或自然导致生物具有等级各异且可比较之特长的自给自足，却转移了人们对它的注意力。充满生命的的自然展现了，在创世时，或如某些现代主义教徒所认为的那样在创世的后继工作中，上帝的意志是如何发挥作用的。生物体和物种的存在不可能有别的解释。

---

① 英国哲学家，英语语言大师，英国唯物主义和实验科学的创始人，反对经院哲学，提出知识就是力量，主要著作有《论科学的价值和发展》、《新工具》。——译注

② 荷兰博物学家，古典显微镜研究学者，阐明多种昆虫生活史和解剖，首先发现红细胞（1658），著有《昆虫通史》、《大自然的圣经》等。——译注

③ 英国神学家、功利主义哲学家，曾任圣公会牧师，反对奴隶贩卖，主要著作有《论道德和政治哲学原理》、《自然神学》等。——译注

① 英国博物学家、植物学家，分类学的先驱，著作颇丰，主要有《英国植物名录》、《植物史》、《昆虫史》等。— 译注

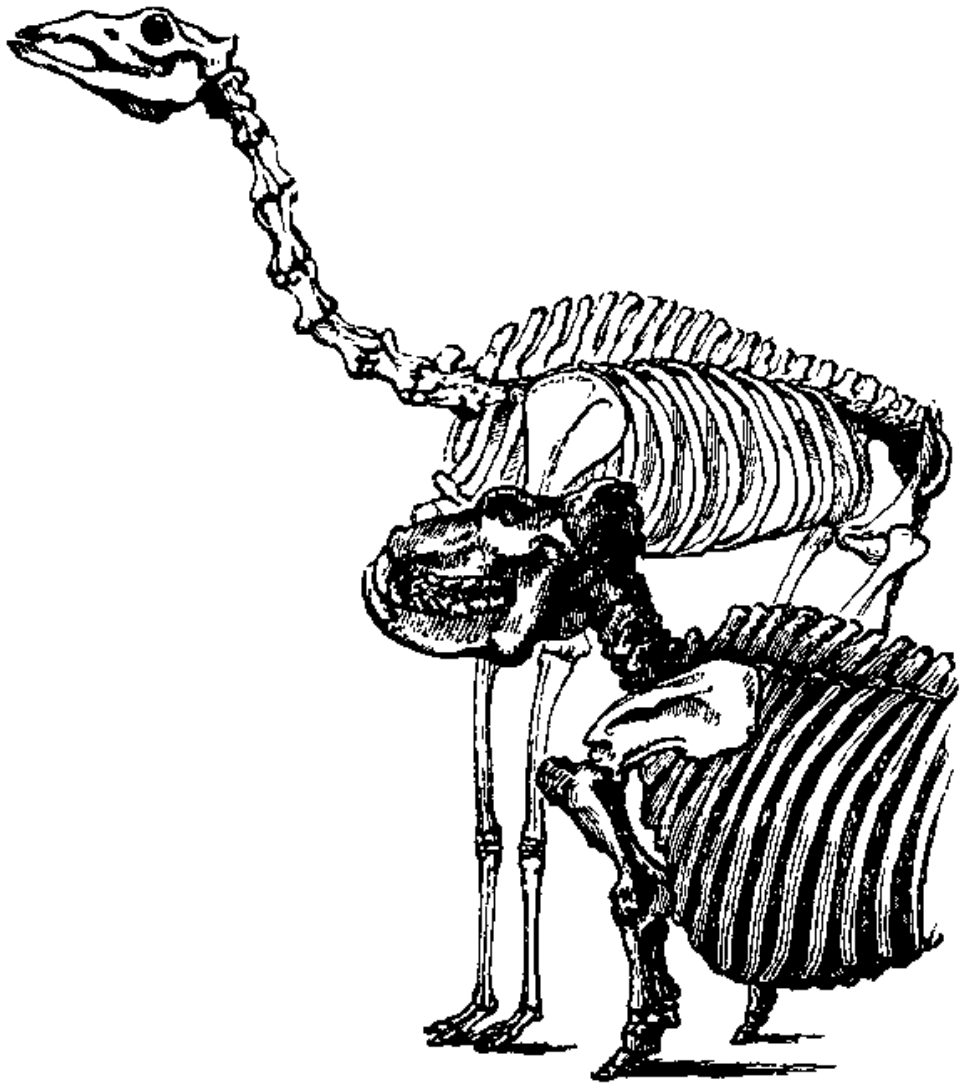


图 4.1　生物体结构对生存环境的适应被认为是由造物主的智慧和力量建立的一种关系。持有这种观点的一位解剖学家这样解释道："这里是河马和骆驼骨架的草图，它们的姿势就好像偶然站在一起作比较似的。河马的头很有力量并且很重，它的脖子很短；从它的短腿中，我们也可以看出我们曾提到过的它的头部位置与躯干离地面的高度之间的一致性。而骆驼则在每个方面都与它相反。它的运动必定又快又方便，它四肢的高度可以保证这一点；而与其四肢相符的，是它脖子的长度和脑袋较轻的分量。它的骨骼适合于陆生，那么，它构成中的其他部分也会是这样，这是对长期、快速、连续过程的适应结果。另一方面，河马则寻求在水中的安全性——而它笨拙的体形和重量正好适合于水生。"(查尔斯·贝尔，1833)

认为变化自然而然发生的思想，显然与自然神学大相径庭。这就是问题的关键。不管上帝怎样继续他的工作（全能者并不受约束），上帝以及所有相信他的神学家和虔诚的博物学家，都认为，将造物主与创造物分开或等同，都是不正确的。前者使人们认为上帝与天地万物的存在无关，而唯物主义使上帝的不同性消失，从而导致泛神论。两者都必须加以严厉谴责。植物和动物以及人类，不管是在一开始还是在这之后的维持过程中，是否最终依赖于超自然的因素，是进化论和神学之间永无休止争论着的中心问题。这种争论在达尔文之前就已开始，并一直延续到现在。

自然神学对科学博物学的积极贡献需要详细说明。自然神学家在研究自然中一致的发展模式时，考查并仔细描述了生物体的适应作用（adaptation），这个术语后来又有了进化的含义。杰出的解剖学家和自然神学家查尔斯·贝尔（Charles Bell，1774—1842）这样写道：

> “我们的主要信条是，动物的本能、组织和手段，与它们将要生存的环境、所处的地位以及获得食物的方法，这两者之间已被确认存在一种普遍的关系，就是适应——已存在过的动物是这样，现存的动物也是这样。”

贝尔在这里指出了生物体与环境之间重要的关系。前肢很长、爪子锐利无比、速度慢得可怜的树懒，曾引起许多哲学家的“同情”。贝尔认为这种态度是荒谬的，因为它没有将树懒置于其“自然位置”上来加以考虑，即它生活在食物充足、有树荫遮蔽且安全的大树高处。自然位置就是指适应，是对生物体的结构和功能及其生存的物理和生物环境的有益的调整。创造的远见或自然的进程都可用来解释适应。前者是贝尔的答案，而后者则是达尔文的答案。适应对博物学家而言是一个回避不了的事实，并且它为所有的博物学研究提供了一个重要的事实，同时也提出了一个最难的

问题。

## 地质学的兴起

对地球表面结构的研究在18世纪迅速成熟了起来。人们对矿物层作了描述，并确定了这些层之间的可能顺序。利用诸如此类的证据，再加上过多富于想像力的重现描述，许多作者开始转向地球理论的创建，其主要目的在于将影响地质层形成及分布的过程归因于一个或多个原动力，地质学不久就将注意力集中在变化上，并成为一门杰出的地史科学。到1800年，已经确定的有两种地质作用，每一种都吸引了充满激情的卫道士。

居领导地位的学派即水成论者，推测水——通常指海洋——具有绝对的重要性。矿物质从原始海洋中通过尚不清楚的方式沉淀下来，形成矿物层，并按适当的次序排列。海洋突然而剧烈的喷发，也能为地球表面曾发生过的主要变化提供许多证据，如漂砾、山谷洞、混乱的地质层以及化石残留物。摩西律法书上记载的洪水通常被认为是这些变故中最近的一次。

然而，火山学家却认为是地球中心的热量和内部的压力作用在沉积层上，使它们发生转变，有时还会取而代之。他们的这种观点大约在1790年时由詹姆斯·赫顿（James Hutton）作了非常全面的阐述。地球表面的变化完全是一些常见的力（风和水的侵蚀、冰以及山崩）和火山活动的结果。赫顿体系以自然法则不可违背的规律性为前提，而水成论者对地质灾难的偏好则表明，他们更感兴趣的是自然界中假定存在的有法则的规律性事物所发生的偶然甚至是经常的暂停或改变。赫顿坚持有法则的规律性事物是地球发展史的关键，从而产生了著名的均变论学说——该学说是现代地质学的基础。只有以现在为参照，我们才能合理地解释过去的事件；在现在和过去（希望还有将来）之间，存在一种——当代术语学称之为——

“类似”，这种类似性由于经常会发展为同一性而备受重视。“在考查现存的事物时，”赫顿在阐述他的原理时这样说道：

> “从已有的数据，我们可以解释事物为什么是这样；而从确实已发生的事件中（这里是对地质学上以往研究的一种捍卫），我们可以获得数据来预测将要发生的事。”

因此，假设“自然的运行是平和而有规律的”，人们就可以设计一个标准来衡量地质时期及其变化的速率。所有的证据都证明，这种变化缓慢得让人难以置信，而地球形成以来所经历的时间，也就是地球表面发生明显变化所经历的全部时间，非常久远。赫顿说：“时间对自然来说是无限的，而且就像没有一样。”对这个观点持有异议的均变论者，即或有，也是极少的。

可以这么认为，从大约 1750 年起，人们所估计的实耗地质时间一直在不断地扩展，随即引发了一场观念上的革命，包括对地球及其变化的看法，对植物、动物以及最重要的是，对人类在自然中的位置的看法。传统的基督教立场捍卫着摩西关于创世记载的真实性，认为创世就发生在 6000 年之前。《创世纪》和地质学是相互支持着并肩走入 19 世纪的，但这仅仅是由于相互之间的妥协，以及在理解《圣经》时掺入了越来越多的想像的缘故。不恪守《圣经》的地质学家则倾向于只关注矿物学和古生物学证据。布丰曾估计地球年龄为 18 万年，后来取代他的这一估计的是赫顿的无限跨度观点，以及达尔文公开宣称但未经证实的 3 亿年这个天数。到 1850 年，关心生物转型的生物学家都感到时间非常的充足，并且可由他们随心所欲地摆布；时间不再是他们重现描述过去以及寻找缓慢的进化变化机制的一个决定性的限制因素。然而，他们的满足感却受到了后达尔文时期物理学家的威胁。

严格的均变论，不管是赫顿的，还是它最伟大、最苟严的倡导者

查尔斯·莱伊尔(Charles Lyell，1797—1875)[①]的，都不是生物进化论的直接来源。均变论者主张变化无限循环即地质破坏和重建永恒重复的观点。这既没有说明新事物的发展，也没有说明新事物的倏忽进化。而对进化论者——其中以阿尔弗雷德·鲁塞尔·华莱士(Alfred Russell Wallace，1823—1913)[②]和达尔文最为著名——造成强烈影响的，是均变动因的本质(有规律的，并且在程度上没有大的变化)及其作用的模式(渐进的，且常常是不易察觉的)。进化理论家们会将他们自己关于发展方向或变化过程的概念——不管是他们臆想出来的，还是自豪地归纳出来的——强加于自然。因此，演化就获得了意义，并且也是在均变力量的控制下进行下去的。

18世纪的地质学家不仅研究矿物质，还研究化石中的有机残留物。对化石进行系统的描述和解释是大约于1800年由乔治·居维叶和让·巴蒂斯特·德·拉马克在巴黎开始的。前者专门研究已灭绝的脊椎动物，而后者是海洋贝壳类生物化石的研究者。他们的研究拉开了长达一个世纪古生物学非凡研究活动和发现的序幕。古生物学对地质学家的帮助是极其宝贵的，但它对生命历史学家的启示却不太清楚，并且还引起激烈的争论。某些化石在特定地层形成过程中水平和垂直方向的分布规律表明，化石——不管它们出现的地理位置如何——也许可以作为这些形成过程的极好的指示物，垂直分布的化石变成所有时间指示物中最有价值的，但它们所提供的时间却只能是相对的，而不是绝对的。化石只能显示地层的顺序，研究者以此推测出地层形成的顺序以及该形成过程可能经历的时间。

---

① 英国地质学家，认为地球表面特征是在不断缓慢变化的自然过程中形成的，反对灾变论或求助于《圣经》，主要著作有《地质学原理》。——译注

② 英国博物学家，提出生物进化的自然选择学说(1858)，将马来群岛的动物分布分为东洋区和澳洲区，其分界线被称为华莱士线，著有《自然选择理论文稿》等。——译注

| 纪和群 | | 地层的主要成员及其矿物性质，以及它被研究得最多的地方 | | 地层形成的一些场所 |
|---|---|---|---|---|
| Ⅰ全新世 | (A) | 这一时期的沉积物绝大多数是在湖、海的下面被发现的。 | | |
| | | 坚固的沙与砂层(a)；石灰岩(b)；含钙的沙岩，其中有断贝壳(c)；珊瑚石灰岩，其中有珊瑚、贝壳等(d)；致密的石灰岩(e)。 | | a. 罗讷河三角洲<br>b. 意大利的蒂沃利及其他地方<br>c. 瓜德罗普岛海岸<br>d. 太平洋的珊瑚礁等<br>e. 百慕大群岛 |
| Ⅱ第三纪 | 新上新世(B) | 海洋<br>石灰岩、沙、粘土、沙岩、砾岩、有石膏的泥灰土；其中有海洋生物化石(a)。 | 淡水<br>沙、泥土、沙岩、褐煤等；其中有陆生及淡水生生物化石(b)。 | a. 西西里岛，甲壳动物的坐肢节<br>b. 意大利托斯卡纳区的山口。 |
| | 老上新世(c) | 亚亚平宁泥灰岩、亚亚平宁黄沙、英国"砂质泥灰岩"，以及其他沉积物同(B)；其中有海洋生物化石(a)。 | 与(B)类似的沉积物；其中有陆生及淡水生生物化石(b)。 | a. 亚亚平宁组，法国佩皮尼昂、尼斯，英国诺福克郡、萨福克郡。<br>b. 意大利锡耶纳附近，等等 |
| | 中新世(D) | 法国卢瓦尔的砂质泥灰岩，以及其他一些矿物成分不同的沉积物，同(B)和(C)；其中有海洋生物化石(a)。 | 与(B)和(C)类似的沉积物；其中有陆生及淡水生生物化石(b)。 | a. 法国都兰、波尔多，博米达山谷，意大利都灵附近，奥地利维也纳盆地。<br>b. 法国波尔多以南 12 英里处。 |
| | 始新世(E) | 钙质沙岩(a)，英国伦敦粘土，沙，沙岩等，其中有海洋生物化石(b)。 | 含钙硅质砂岩——沙岩、砾岩、红泥灰土、绿和白泥灰土、石灰岩、有石膏的泥灰土——其中有陆生及淡水生生物化石(c)。 | a. 法国巴黎盆地。<br>b. 法国巴黎，英国伦敦、汉普郡盆地和怀特岛。<br>c. 法国巴黎盆地，英国怀特岛，法国奥弗涅山脉、康塔勒。 |

**图 4.2　地质层历史顺序的确定取决于沉积层的矿物学性质和其中包含的化石标本的性质。它们的相互关系及对此的系统阐述，尤其是第三纪的情况，是莱伊尔的《地质学原理》(第一版，1830—1833)的主要贡献之一。该书还以它最严格的形式展示了地质变化的均变论概念。(查尔斯·莱伊尔，1835)**

因此，对地质学家来说，化石记录是一笔巨大的财富；而对生物学家来说，化石记录带来的问题比解决的更多。到19世纪中期，大量的化石得到了描述，而且人们从中可以看出地球上生命的一个合理的总体历史延续过程。然而，在某些人看来很合理的事情，对另一些人来说，其合理性却完全是不充分的。虽然明确无疑的演变或渐变使生物向更复杂或"更高等"的形态（人类）演化，但其中的顺序却被许多间隔所打断，而这些间隔对绝对的进化论者来说是不能容忍的。化石记录很不完整，至今仍没有任何主要生物群的相对完整的历史记录，这令生物演化论者大伤脑筋。他们知道生命有它的过去，却至今不能掌握。能够证明过去某一物种转变为另一物种的重要的古生物学证据就更不完整了。化石记录中的间隔成为地质变化中灾变说的主要依据。1859年之前，古生物学家很少有不强烈地反对进化论的，而达尔文自己也不得不在《物种起源》中花大量篇幅来解释地质记录的不完美之处。

## 进化论中演化的证据和机制

虽然神学家和受过教育的人显然也对物种问题感兴趣，但对该问题进行专门的讨论却是博物学家的事。他们关心的是生物界的多样性，以及控制自然的体系具有什么样的优点、局限性和丰富的启示。当然，他们得出的结论直接影响着以下的问题，即物种是永恒且直接由造物主创造的，还是在造物主制定的规律或自然自给自足的能力控制之下间接产生的？如果是产生出来的，那么就必须找到并理解产生的方式——演化或进化的过程及其机制。这一要求在历史解释的设想中得到了充分体现，为了得到具有时间参考价值的各种资料，博物学家信心十足地求助于正日趋成熟的地质科学。

生物体大小群之内以及群之间的关系，这些关系由于显露出不可回复的差异——这曾使首次发现这个现象的观察者大吃一惊

——而变得尤为引人注目，并由此成为博物学中的首要事实和讨论最热烈的问题。两个领域的研究得到了特别的关注。首先，是动植物分类学。该学科建立于古代，并在18世纪得到了迅速的发展。它的理想是自然分类，尽量真实地将自然界各生物间实际的关系体现出来（这与人工体系正好相反，在人工体系中，仅任意性地考查极少的几种特征，主要是为了寻求分类上的方便）。为了摸索着朝这个理想前进，博物学家不断地优化分类类别。古老的以及定义不清的群被打乱后重新编入到更合理的种类中。“虫”（*Worms*）这个众所周知涵义甚广的分类单位不复存在，并代之以无脊椎动物的各主要亚门。两栖动物从爬行动物中分离出来，而藤壶等生活在岩石、船底等处附着甲壳动物则从软体动物中分离出来。植物主要的科得到了划分及进一步的探究。这是19世纪英国植物学大师约瑟夫·胡克（Joseph Hooker）所宣称的需要耐心的工作：“对博物学的新手来说，所有相似的植物可能拥有同一亲本，但所有不相似的植物则必定拥有不同的亲本。”日常的经验可以肯定第一种立场是正确的，但只有通过“多年的观察”才能证实后一种观点并不永远正确。这就是真正的博物学家每天所要做的工作。

分类学所取得的发展比以往更全面地揭示了生物界的内部关系网络。由于严格的创造论者认为每一种物种都是上帝个人旨意的产物，因此对上帝的呼唤日益强烈。对自然的内部联系和错综复杂事物的揭示，既可以使造物主超凡的能力和智慧得到进一步的崇拜，也可以使投身其中的观察者失去正常的理智，甚至变得轻信。他们说我们这个世界似乎已获得的创造能量，是多么惊人地大啊！这些话出自笃信上帝者之口，但宗教怀疑论者同样也会这样说。

另一个为自然模式研究提供非凡证据的是对动植物分布的研究。在各种兴趣的驱使下，欧洲的探险家走遍了地球的各个角落，在他们带回来的财富中，大量动植物的标本显得特别突出。而且，这些动植物已经在野外被研究过了，并有详细的记录。明确的生物

地理学研究直到1750年左右才开始。生物分布的重要规律性很快就被发现了：群岛的岛屿上植物群和动物群之间具有相关性；当人们穿越广袤的大陆时，会发现占优势的生命形式被逐步取代；动植物群落标志性的特征也随着地球表面主要特征的不同而与其他群落有所区别，就像生命的形式一样；特殊的山地生物带似乎有一种适合高地的功能；此外还有许多其他例子。

这些模式需要加以解释。莱伊尔清楚地认识到动植物的分布是与地球表面的情况密切相关的。地质学使人认识到后者在缓慢而持续地变化着；因此，生物地理学也应该从变化的角度来寻找答案。物种从诞生的中心或多或少地向外传播开来，并始终受到周围环境的影响。莱伊尔在1832年写道：

> “某一物种在特定地点存在的可能性，或者它在那里是否会繁荣，不仅仅取决于该地区的温度、湿度、土壤、海拔或其他类似条件，还取决于同一区域里其他动植物的特殊会聚是很多还是极少。”

因此，物种的分布，甚至所有生物群的分布都取决于变化无常的各种因素。莱伊尔的观点说明了，这样的分布即使不一定完全是历史事件的结果，也在很大程度上是这样。地理模式的存在，以及与其中某些模式相关的一些特殊事实，成了华莱士和达尔文进化理论的基石。莱伊尔本身是一个温和的创造论者，他否认物种的变异性，并把自然最终的模式归因于造物主。他的观点在1859年前一直在博物学家中流行，但并不是唯一流行的观点。然而，没有什么证据能像生物地理学所提供的证据那样充分确证了进化的事实，也没有什么证据能像它那样从同一学说得出如此广泛的现代解释。

关于进化中遗传积累的这些证据只是在《物种起源》(1859)发表之后才获得了最大的意义。19世纪早期对演化学说的讨论本质上是纯理论性的。对专注于研究物种演化中明显的因果机制的作

者来说，列举证据以证明世代繁衍中的修正是次要的事。这里将用法国杰出的博物学家拉马克以及脱离实际的《天地万物自然发展过程之遗迹》[由罗伯特·钱伯斯(Robert Chambers)著，但在1844年匿名出版]中的观点来对这种推测作描述。站在这种推测基础上的，是对历史解释完全的忠诚，并确信这种解释不仅仅是一种观念上的约定，也是对自然过程真正的表述。拉马克断言："在整个宇宙中存在一种没有任何原因却可以减弱的令人惊奇的活动，每一个存在的事物似乎都在不停地发生着必然的变化。"因此，在自然界中，事实上并不存在诸如动植物的科、目、属或始终不变的种。所有的存在只不过是一个永恒的变化过程中瞬间存在的各种特质和不稳定实体综合而成的巨流。即使是分类学上的类别，在持续的自然动态面前也会失效。

于是，拉马克引人注目的进化方案认为，应该相信有一种使这种变化涵盖整个生物界的机制。拉马克发展了18世纪的一种典型的唯物主义，通过细微流体(热量和光)的作用将生命和物质联合起来，并赋予物质以"活动力"。活动力使得生物体能对环境作出反应。环境变化了，生物体也跟着变化，整个过程具有各种复杂的生理学及心理学变数。因此，作用在可变的生物体上的"合适的环境条件和时间"，是基本的转化力；时间是没有限制的，而环境条件则一直在变化。拉马克是一个绝对的地质学均变论者。

变化无处不在的观点为拉马克解释了许多与生物体单线发展的等级观相悖的事实。这个等级是从柏拉图宇宙极大丰富的概念和亚里士多德等级体系的学说中衍生出来的。它与基督教的思想极其和谐地融合在一起，将人类放在一个硕大无比系列的中间，这个系列从无机界开始，通过低等生物到高等植物和动物，然后越过人类，到达天使和造物主上帝的天国。在对其的主要条件给予应有尊重的同时，最令博物学家感到震惊的是，当将这一等级运用于生物界的普通成员时，它看上去是那么的和谐和匀称。自然的等级主

宰了18世纪的生物学思想。它可以认为是有序的，即认为它目前是完整的和静止的；但又可认为它是暂存的，即将它看作造物主为其创造物所制定但尚未披露的计划，后一种观点已为越来越多的人所接受，因为它在历史解释的设想和生物演化的概念之间，建立了明确的联系。

暂存的和有序的等级观，在其严格的形式上，都认为生命在无遮无掩条件下持续地上升。然而，博物学中铁的事实，搅乱了这种思想。居维叶的分类体系打散了人们对有序等级的所有渴望；拉马克的环境影响观念则被用来解释与理想的暂存等级相悖的事实。这种背离是存在的，并再也不能加以否定。拉马克希望保留生命形式普遍进步的思想，同时又能解释大量动植物物种的特化器官以及对环境条件显而易见的适应。虽然他的演化机制在当时几乎遭到了众口一词的反对，但对该机制的阐述又一次指出了生物-环境关系在进化学说的发展中所具有的极其重要的地位。显然，任何一位认真的博物学家都不会对自然界未被解释的多样性表示满意。

拉马克第一次阐述这个学说是在1800年，1809年时进行了扩充(《动物学哲学》)，1815年将它发展完全。拉马克是一位非常出色并受人尊敬的植物学家和动物学家，但是，他的纯理论作品却不是被人们视而不见，就是落到了坏脾气的批评者手中。能够证明其设想的具体证据实在是太少了。此外，他的前提需要的是形而上学者的信仰，而不是科学家根据观察而得出的公正。最糟糕的是，拉马克长期持有的信条与启蒙运动的激进主义的联系太紧密了，一段时期内对整个欧洲政治和学术界保守派产生了巨大的反响。

但是，不管他的学说受到了怎样的抑制，甚至掩盖，它却代表着前达尔文时期进化论信徒的声音。他说："自然一点一点成功地将动物变成了我们如今看到的这个样子。"生物多样性归因于无法回避的自然的起因。批评者们则非常了解他们的对手。莱伊尔用整整一卷的篇幅来驳斥拉马克的学说；巴克兰坚持认为古生物学的记

录与拉马克的推论是完全矛盾的；著名的美国地质学家和牧师爱德华·希契科克（Edward Hitchock）针对拉马克的观点这样认为："事件有规律的发生，并不能否定其需要设计、监控和维持这一切的神圣力量。"

然而，对演化假说的责难一直到 19 世纪 40 年代才全面起动，人们对物种问题及其广泛而严肃的道德和社会影响问题进行了热烈而公开的争论。《痕迹》（*Vestiges*）是这场争论最重要的见证，也是其主要的灵感来源。《痕迹》是一本怪诞的、兼收并蓄的、教条式的著作。它的作者试图追踪所有事物的发展，从宇宙的星云到动物和人类，并把它们归因于规律的"令人崇敬的简单性"上，而造物主最多是一个模糊的、乏味的第一原因。有关生物进化的事件，《痕迹》在很大程度上重复了拉马克的学说。书中的科学观点以及根据推测而来的证据，甚至连支持它的读者都感到无法容忍。反对它的读者，如达尔文，发现它对地质学的研究"差劲"，而对动物学的研究则"更糟糕"。得到广泛传播的《痕迹》之所以会产生这么大的影响，并不是因为它在科学性上有什么优点，而是因为它对重大的进化问题进行了缜密的、易让人理解的披露。生物界是否存在广泛的变化？由此是否能推断出存在一个可能的——如果不是貌似真实的——自然动因？人类在自然中的位置是什么？以及引人注目的一个问题，即，这些现象的解释是否与《圣经》无关？这些问题都不是新的，而钱伯斯的讨论对解决这些问题也几乎没有什么帮助，但《痕迹》却同时激起了博物学家和非博物学家对这些问题的思考。物种问题进入了论坛，需要人们给予明智的考虑，当然，这种考虑有时也会是愚昧的。这种状况将持续整个 19 世纪，而达尔文的《物种起源》将使这个问题变得路人皆知，其紧迫性得到极大提高，并激起人们对解决这个问题的期望。

## 关于自然选择导致物种起源

这是达尔文巨著扉页中的第一句话，紧随其后的是这样的声明："或具有优势的种族在生存斗争中得以留存下来。"达尔文将重点放在进化变化的方式或机制上。他很早就承认了这种变化的存在，并认为"每一种物种都不是单独产生的"，而是起源于"其他物种"。然而，他意识到这个结论"并不令人满意，除非能够证实栖居于这个世界上的无数物种是如何被改变以获得结构和相互适应上的这种完美性的——最令我们钦佩的就是这种完美性了"。对进化中变化发生方式的寻找引导着达尔文对物种问题的思考，同样也引导着阿尔弗雷德·鲁塞尔·华莱士对该问题的思考。一旦得到描述，那个"方式"就变成了自然选择的过程，其中最为重要的就"自然的"这个词。生物在其多样性中的和谐，不管是有序的还是暂存的，显然都可以用彻底的自然因果律来解决。

达尔文(1809—1882)曾在爱丁堡大学和剑桥大学随意地学了一些课程，最初想在医学界谋职，后来又想从事神职，都没有成功。在他的人生中最有意义的似乎就是他广泛的自学，以及与一些杰出的英国地质学家和博物学家的密切往来。通过与他们的交往，他获得了植物、动物和矿物形成方面极其宝贵的野外经验。最终是剑桥的植物学家约翰·亨斯洛(John Henslow)注意到了达尔文的潜质。亨斯洛虽然并没有看出达尔文将会成为一名"绝顶的博物学家"，但他发现他"已完全有资格去收集、观察和记录博物学中任何值得注意的事物"。主要由于亨斯洛的推荐，22岁的达尔文成了环球航行的"贝格尔号"考察船(*H. M. S. Beagle*)的随船博物学家。在"贝格尔号"漫长的航程(1831—1836)中获得的感想和收集到的材料，使达尔文对物种问题产生了极其与众不同的观点。从"贝格尔号"回来后的那些年对达尔文学识的发展是至关重要的，到1844年时，他

实际上已公开了(但并未发表)自己关于自然选择导致进化的理论。

达尔文不断地提起他在"贝格尔号"时碰到的博物学中最不平凡的"事实",这些事实在他回来时激起了他的极大注意。这些事实涉及到南美洲动物的地理分布,在同一个大陆上已灭绝和现存脊椎动物之间的关系,以及在海洋群岛中植物和动物显著的分布特点。当然,这种证据直接与进化的事实有关,而非其引导机制。但在达尔文看来,这种进化的事实却很快与设想中的自然选择机制自然而然地混同了,这种混同非常彻底,以至于用达尔文自己的观点来说,前者的证据可被认为是对后者的肯定。

在阿根廷,达尔文发现了体型大、不会飞的美洲鸵(*Rhea*)的两种种类,它们之间并没有可辨别的物理差异。从诸如此类的众多例子中,他得出结论,不同但肯定有关系的生物形式存在于地理上相邻的区域。达尔文对动物群的更替这样描述道,当人们横穿一大片各种生物共存的陆地时,会发现在相似的地区,分布着有联系但又明显不同的生命形式。仍然是在阿根廷,在那里现代犰狳兴旺的地方,地下矿层中埋着的是已灭绝的巨型犰狳动物;这个例子以及其他无数的例子都表明,动物之间暂存的多样性与它们彼此之间明显的相互关系是同时存在的,这使所有进化生物学家深受震动。达尔文后来或许曾宣称:"已灭绝物种和现存物种之间密切的关系,都属于同一个大自然系统;这一事实立刻就能用遗传的原理得到解释。"

达尔文最受称赞和最有说服力的证据来自加拉帕戈斯群岛(the Galapagos Archipelago)的植物群和动物群。这些拥有相同地理结构和气候的东太平洋岛屿,展现出巨大的生物多样性。分布在这些岛屿上的生物体(海龟、鹅、雀科鸣鸟、植物)并不是很多,但其种类的数量及分布实在是惊人的。虽然岛屿和岛屿之间只相隔50海里,但每一个岛屿上的植物群和动物群都各有特点。正像达尔文指出的,

这里似乎具有一种令人吃惊的巨大“创造力”。那种力虽然并不明确，但它的影响是确定无疑的，并且至少已有记录表明它可能是一个暂存的（或许也是自然的）过程：“看到这一小群密切相关的鸟群结构的逐渐变化和多样化，我们完全可以想象，从这个群岛上最初的少量鸟中，一个物种经过改变产生了不同的结果。”

我们知道，这种可能性只是当达尔文回到英国后才在他脑子里清晰地形成的。在他的“日记”中有一段闻名遐迩的记载：

> 7月（1837年）我打开了第一本关于“物种演化”——其中去年3月份关于南美化石特征的记录深深地震动了我——和加拉帕戈斯群岛的物种的笔记本。这些事实（尤其是后者）使我产生了我所有的这些观点。”

在用掉了好几个笔记本，并思考了很长时间之后，达尔文在1842年和1844年的文章中充分表达了他的观点。但论文一直未付印，因此知道的人很少。此后，达尔文的注意力基本上都转向了描述性博物学。正是来自华莱士的压力——一篇关于生物地理分布的非凡论文（1855）以及宣称自然选择导致进化理论的著名手稿（1858）——使得达尔文又回到他伟大的主题上来。《物种起源》作为计划中更长著作的梗概，在8个月里完成并于1859年11月24日出版。达尔文主义众所周知的成功之路不久就开始了。

“物种起源”这个人们熟悉的词语主要是指一个物种变成另一个物种的所谓的转型。达尔文强调说他并不考虑生命的最终起源以及物种最初的环境，如果曾经存在的话。达尔文和华莱士自然选择观点的出发点以及必不可少的基础，是丰富的生物多样性。选择也只有当它选定保持或消除生物间不同之处的行为时，才具有长期的进化意义。达尔文投入极大的热情去收集证据变异的普遍存在。他首先求助的对象是园艺学家和动物饲养员。通过他们，他了解到动植物在驯化过程中发生变异是规律，而形态、功能或行为固定不

变则实在是极少的例外。狗的各种品种，以及更为显著的家养鸽子的各种品种，都是令人信服的例了。当转而研究自然界中的变异时，作为有经验的野外博物学家，达尔文几乎没有什么困难就得出了相同的观点。然而，他获得的情况却不像驯养生物的变异那样有说服力。直到19世纪70年代，其他一些研究博物馆收藏品的博物学家才牢固地建立并扩展了达尔文关于自然界变异的观点；博物馆的收藏中，每一个物种都集有其大量的成员。这种变异的可能原因，不管是驯养生物的还是自然生物的，都成为非常不确定之假设的对象，成为无数达尔文主义生物学家试图解决的问题，而这些生物学家中的绝大部分也都获得了成功，虽然这种成功尚有疑问。

关于自然选择导致进化的理论建立在类比的基础上。动植物育种者对动植物进行的改良给予了人们巨大的启示，即，选择能培育出新的品种。达尔文说，发生这些变化的关键，"是人类累积选择的能力：自然产生连续的变异；而人类则将对自己有用的变异积累起来。"然后他提出了一个关键性的问题并非常希望获得肯定的回答："我们已看到的为人类所掌握的非常有用的选择原理，是否也适用于自然？"达尔文非常希望从育种者的巧妙方法出发进而研究纯粹的自然变化机制，而自然选择正是人工选择的类推对应物。但是，育种者的殷切希望以及其显著的技巧是建立在积累的经验、也许还包括偶然发生的合理预期上的；而在达尔文关于自然的方案中，绝对没有这样的希望和技巧存在。拟人论是被严格禁止的。达尔文必须找到一个替代物，一个受纯粹的自然因素控制的选择模式。这导致了竞争在生物界总系统中地位的升高，并促使他对托马斯·马尔萨斯（Thomas Malthus，1766—1834）[①]关于抑制人口增长诸因素的思想加以广为人知的利用。

---

① 英国经济学家，以所著《人口论》知名，认为人口按几何级数增长而生活资料按算术级数增长，如不抑制人口过度增长，必然引起"罪恶和贫困"。——译注

在达尔文的青年时代，人们就已经常争论动植物在彼此之间以及与它们的环境之间是否永远存在着激烈的竞争。这种竞争通常被认为是破坏性的，也就是说，当它严重时，会导致适应性较差或产量较少的生物形态的消失。那些虔诚的或性情乐观的人将这个过程看作是造物主为了保持创造物的平衡和纯净而提供的一个妙方。而马尔萨斯看到的则是一副比较暗淡的景象：在工业革命期间的英国，由于迅速、盲目的城市化而造成的人口过剩以及不幸死亡的恐怖景象。马尔萨斯所得出的规律也来自于那个“最初安排整个宇宙系统的神”。然而，时世艰难，马尔萨斯看不到将来会有好转。人口呈几何级数增长；而生命生存及繁殖所必不可少的食物，却是算术级数增长。因此，必须对人口进行检查，而这种检查是无情的。马尔萨斯宣称：

> “很有必要将（生命）限制在规定范围内，这是自然绝对必需的、遍及各方面的规律。动植物受这个伟大的限制规律的控制，人类无论如何也不能逃避。”

植物和动物通过“种子的损耗、疾病和夭折”而丧生，人类则由于苦难（饥荒、疾病和战争）和恶习而死亡。

这种彻底的悲观主义为理解达尔文所提竞争观的内容和意义，提出了一个大问题。这位博物学家后来回忆说，1838 年 10 月在读马尔萨斯的《人口论》时，他突然意识到，在生存斗争中，“有利的变异往往会保存下来，而不利的变异则会遭淘汰，这一结果将导致新物种的形成”；达尔文“最终获得了一个可以作为研究根据的学说”。但他真的获得了吗？从严格意义上说，还没有。严格的马尔萨斯主义甘愿悲观；以它的观点，唯一可能发生的变化就是破坏性的变化；我们的世界是严酷而封闭的，神圣立法者的作品也是如此。不管进化变化被认为不论其方向如何都是简单的转型，还是被认为是一个以人类为假定进步标准的渐进的转型过程，马尔萨斯主

义者的论点都没有决定性的贡献。马尔萨斯带给达尔文(以及1858年带给华莱士)的,是对生物界普遍存在着激烈竞争的重新认识。马尔萨斯的方案显然没有给发展留有余地;而达尔文的任务则是在描述进化论中自然选择观点时,说明正是这种暂存变化的概念导致并最终解释了生物之间的关系及其多样性。那么,假如变异——尤其是在特定周围环境条件下继续生存具有不同倾向这一角度观察到的变异——以及不停的竞争事实上是存在的,那么被称为自然选择的过程就很清楚了:"有利变异的保存和有害变异的抛弃,我称之为自然选择。"中性特征或那些优缺点并不明显的特征在选择中将不受影响。达尔文所说选择的操作力量来自于实用的假设,即生存及由此产生的进化性变化严格地说来就是每个生物体组成或每个生命过程(假定存在)的结构或生理价值发挥功能。当时,政治经济学和道德哲学中的功利主义正到处蔓延,渗透到思想界的所有领域,而不仅止于达尔文的生存值概念。

但是自然选择能干什么呢?首先,它是生物特征的"趋异"以及生物灭绝的原因所在。趋异对达尔文来说是进化性变化中的关键时刻。在这一时刻,特定物种的无数后代分离成相当明显的不同"变种",并且假如选择压力不减弱,则随着时间的向前推移,这些变种将依次被转变成名副其实的新"物种"。自然选择积累小变异,然后使物种发生大的转型。所产生的每一个变种,以及每一个新的物种,始终都能出色地利用它周围的自然和生物环境。结果达尔文得出了这样一个原则,即"结构和功能的极度多样性能支持最大量的生命生存"。马尔萨斯的分析指出,持续不断的生存压力使"生命的数量"增加。达尔文接受了这种分析,并用它来解释生物的灭绝以及新生生物的出现,后者是他理论的独创之处,也是该理论的非凡成就。这是进化性的变化,它从根本上意味着将生命辐射到环境中每一个可能的生态龛中。进化完全是机会主义的,生物体可以从赋予它们的任何有益的变异中获益。这样,自然选择就成为

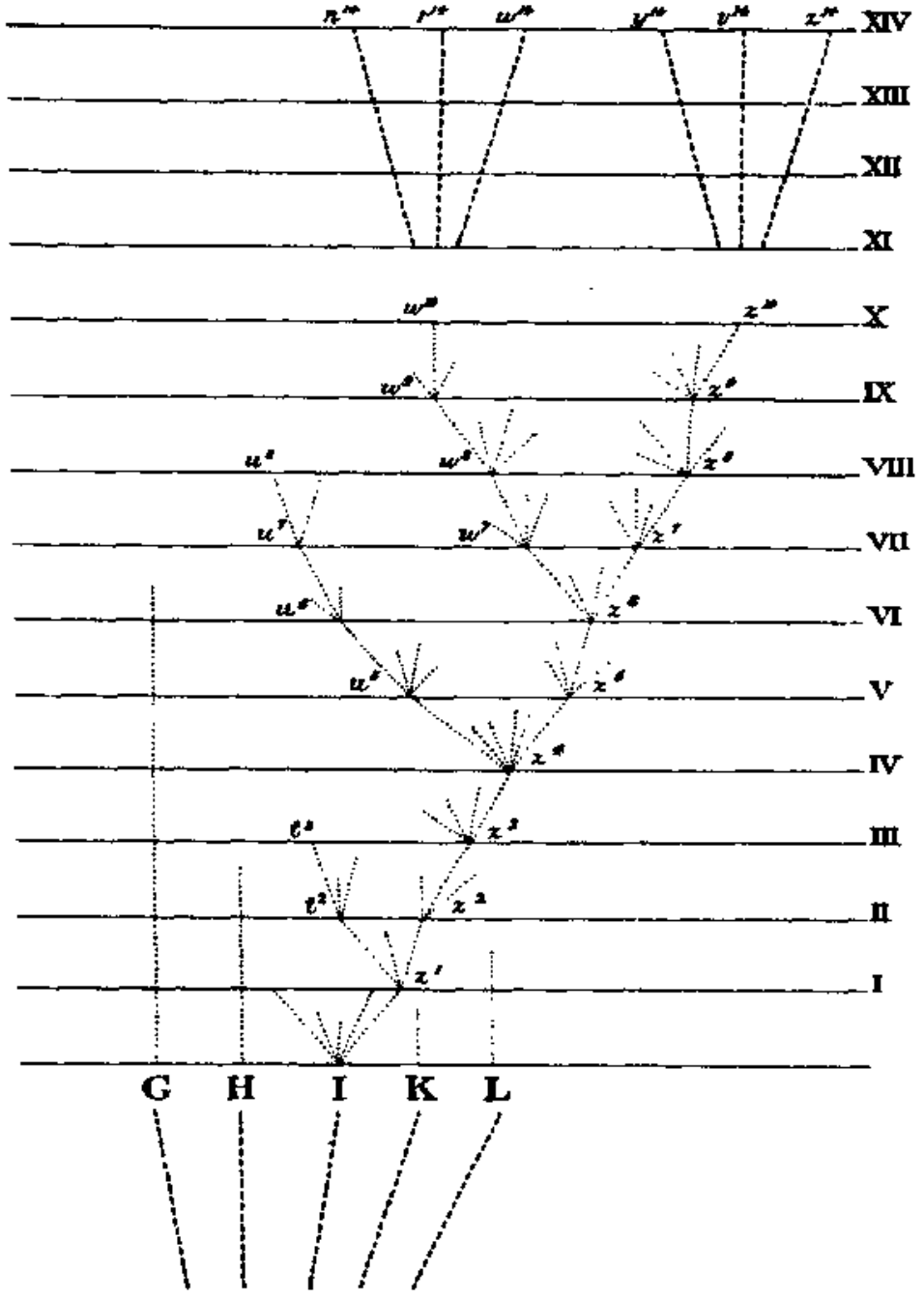



图 4.3　达尔文主义的进化模式是一个逐渐积累的过程。对轻微的有利的变异进行有选择的积累，导致物种的多样化。在这张图表中，达尔文假设单个物种 I 经历了 14 000 代。他希望证实通过带有饰变的遗传，I 最后有可能变成至少 6 种明显不同的同时代物种，并展示一个同样重要和普通的事实，即 G，H，$a^3$，$a^8$ 等物种的消失。（查尔斯·达尔文，1860）

有关适应的一个异常受欢迎的解释，它改革了人们认为生物界被创造设计的观点，也改变了人们对生物各群体之间常见而固有的复杂相关性的看法。达尔文自豪地宣布："遗传的元素是一种隐藏着的联系纽带，博物学家曾在分类学中的自然系统中寻找这种联系。"在这里，呈现在人们面前的是形形色色的基因解释。

必须简要说明的一点是，达尔文只是在一个广泛而比喻的意义上运用"生存斗争"这个术语。生存斗争不仅仅决定了"个体的生存"，还决定了"繁殖的成功"。这种区别是很重要的，因为达尔文虽然承认生物的生存中存在着一定程度的残忍性，但仍认为不同方式的幸存"更重要"。许多达尔文主义者，包括首创"适者生存"这一说法的赫伯特·斯宾塞在内，也强调了生存的斗争方面，而且他们这么做很大程度上是出于非生物学上的原因。而达尔文则决定将不断在发生的竞争的两个方面都保留下来。

《物种起源》共有15章，其中只有4章用来阐述自然选择学说，其余各章是对该学说中存在困难的思考，并讨论了既证实进化性变化之真实性又肯定了新学说的各种证据。其中，达尔文的思考很具影响力，它很大程度上确定了随后形成的达尔文生物进化论的主要范畴。另外，它们也是他对进化生物学各方面知识的长期追求和精确运用的见证。相比之下，阿尔弗雷德·鲁塞尔·华莱士就显得像是这个领域的新来者。华莱士是自学成才的，他有极鲜明的个性，他的兴趣也比达尔文广泛得多。1844年或1845年的某些时候，他阅读了莱伊尔和马尔萨斯的作品、达尔文对"贝格尔号"探险故事的记述，以及《痕迹》。这些作品产生了巨大的影响，使华莱士转变或堕落成了进化论的信仰者。《痕迹》是其中的关键。他的使命于是清楚了——他必须去寻找能"解决物种起源问题"的事实。通过在巴西和马来群岛上的调查研究，华莱士使自己成为一名出色的热带博物学家，也许还是那个世纪最伟大的生物地理学家。经过对自己提出的问题的思考。华莱士于1858年2月得出"野生动物的生

存是一种生存斗争”的结论，他得出这一结论与达尔文完全无关。因此，“我们有一系列以及连续不同”的生物体，这可以“从控制自然状态下动物生存的普遍规律中推断出来”。这些规律就是竞争和差异生存。物种问题再一次完全凭借自然因果律得到了解决。华莱士显然抢夺了达尔文的伟大发现，然而，他们观点的同时发表（1858 年 7 月 1 日），以及《物种起源》的突如其来的完成却似乎显露了他们之间不寻常的、真诚的友好关系。他们之间并没有发生优先权的争论，并且，在达尔文获得公众极大关注的同时，华莱士也成为英国将自给自足的自然选择作为进化机制的热情的、甚至是教条主义的倡导者。而达尔文自己，面对不久以后这个新学说遭到的犀利批评，却时常动摇。

自然选择学说从根本上明确改变了对物种问题的讨论。只有那些敏锐的热心者才敢于认为选择不仅仅是对物种转型的一个高度可行的解释。但这种可行性已足够了：传统的创造论观点认为物种及其相互关系、分布和适应，是超自然意念和行为的结果，而这种可行性则提供了另一种协调的、容许修改的观点。正像均变论经过严肃的科学思考后否定了地质灾难一样，达尔文声称：“自然选择，如果是真实的话，将消除认为新的生物将继续被创造出来的观点。”

另外，一个貌似可信的进化机制的发现意味着人们再也不能由于无法设想变化如何发生就取巧地避开考虑进化变化的问题了。因此，进化的事实获得了新的重要性，而支持它的证据也得到了广泛而有效的关注。达尔文认为，选择是否真的“在自然中起作用”的问题，“必须由这些证据的总体情况及它们之间的平衡来判断”。不管事实是不是这样，达尔文这么说是否有争议，自然选择确实打开了一条通向进化研究新纪元的路。进化成为植物学和动物学研究的共同主题，它使分类学、古生物学、比较解剖学、胚胎学和生态学这些专业学科，因对地球上生命真实历史的共同探求，而相互联

系了起来。达尔文主义征服了生物学，并且，作为当时的时尚，它毫不奇怪地影响到了调查研究的领域——其意义大有争议。

## 达尔文主义的种类：生物学

《物种起源》对生物学思考的影响是立竿见影且极其巨大的。并不是所有生物学家都认可自然选择是进化变化的一个完全合适的机制；达尔文的学说直到20世纪30年代期间才被牢固地融合入生物学的解释中，在此之前，它经历了许多变迁。带有饰变的遗传的思想，也即进化的事实，遭到的怀疑明显少一些。实际上，我们或许可以认为达尔文的生物学学说就是对这一事实的广泛接受，并且更重要的是，他在1859年之后开始对过去生命进化转型的实际过程进行了在当时所能做的广泛的重现描述工作。一个新纪元就此开始了，其中，传统的研究被抛弃，取而代之的是以新的方法去重现过去，这个过去曾一度被认为根本不存在并仍被怀疑论者认为是科学探索根本难以达到的领域。

再也没有别的学科像古生物学一样既给人极高的期望，而结果又经常令人失望。达尔文和达尔文主义者都认识到，化石记录——地球上过去生命的产物——将为重现描述工作提供最真实的根据。但化石记录却非常不完整而令人颇感惋惜，部分是因为收集和研究的不足。然而，化石化过程是一个复杂而多变的事件，也许人类根本没有权利期望获得代表各种生物出现的完整的化石系列。另外，化石发生的地层经常受到干扰，而连续形成的地层经常被明显而严重的间断面所分割。

结果，古生物学与传统的达尔文主义长期保持着一种非常含糊不清的关系。大多数古生物学家感到他们的证据恰恰与达尔文强调的导致物种转型的缓慢而逐步积累的微小变化相矛盾。跳跃进化学派于是主张，物种变化是以形态和功能发生突然而系统改变

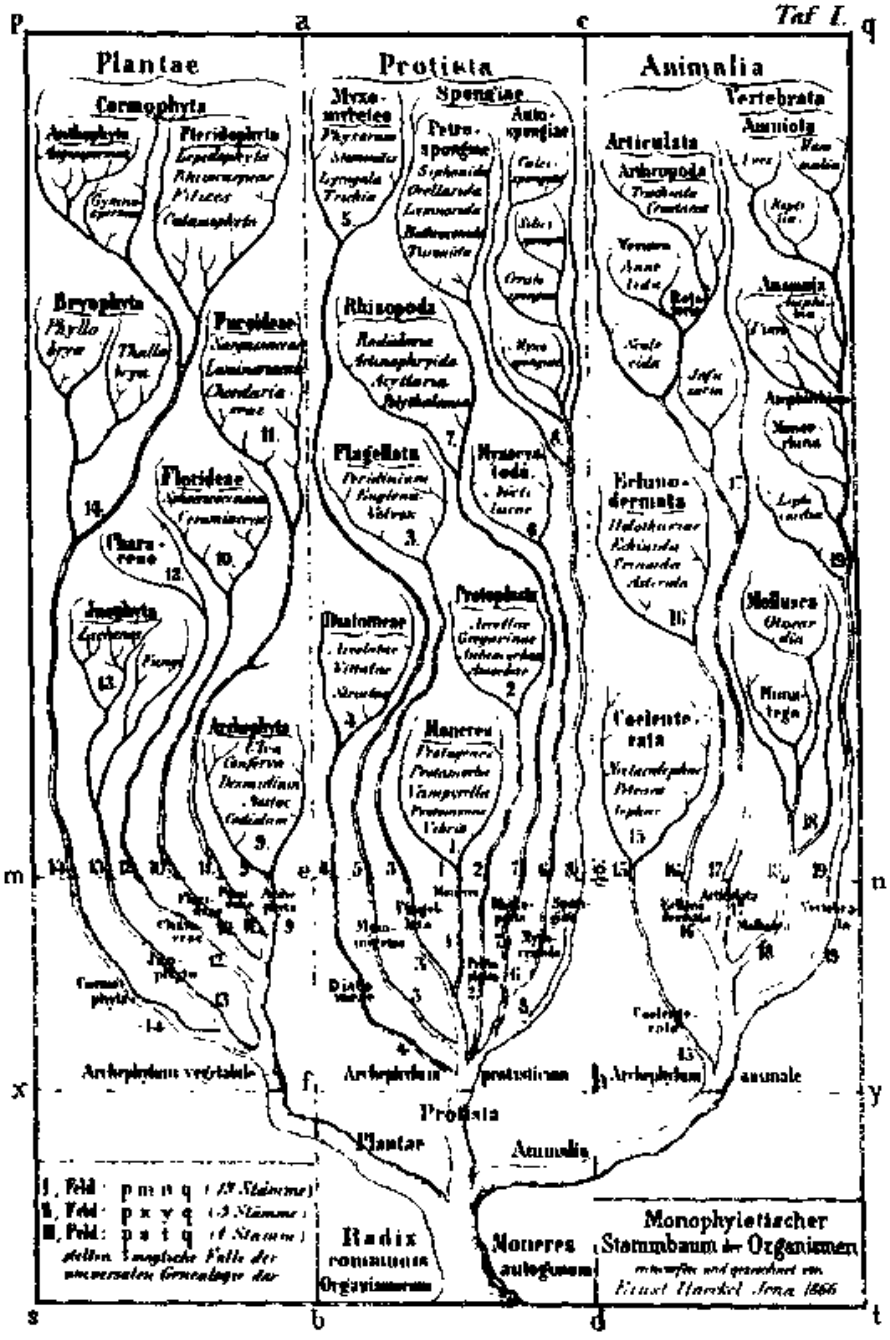



图 4.4　后达尔文主义的生物学家坚持不懈地进行地球表面生命历史的重现描述工作。在形态学和古生物学的具体研究中，加入了精明而怪诞的臆测。这个精致的系统发育树恐怕是《物种起源》发表后出现的第一棵进化树。它为所有生物的"普适家系"提供了三种可能性（分别有 19 个、3 个和 1 个主干），作者喜欢的是最后一种。（恩斯特·海克尔，1866）

的方式进行的。另外一些通常来自老一辈古生物学家的人则继续拒绝接受进化变化的观点。

不过，达尔文仍然有许多具备专业资格的支持者。英国的托马斯·赫胥黎(Thomas Huxley，1825—1895)[①]，法国的阿尔弗雷德·戈德里(Alfred Gaudry)，德国的梅尔希奥·诺伊迈尔(Melchior Neumayr)，俄国的弗拉基米尔·科瓦列夫斯基(Vladimer Kowalevsky)，以及美国的奥思尼尔·马什(Othniel Marsh)，都非常勤奋地从事探索重要但并不完整的化石系列的工作，并将它们当作进化的见证来解读。瑞士杰出的古生物学家路德维希·吕蒂迈尔(Ludwig Rütimeyer)1865年清楚地说明了他们的宗旨：古生物学和动物学"从任何一种意义上说都应反映自然的历史，并找出能将现存生物与其祖先世代联系在一起的各种细节"。到19世纪末，在某些事例(珊瑚、菊石、马)中，世系的一些相当明显的发展路线已经得到了重现。这一事实极有提示性，假如还不能说具有决定性意义的话，而且自1900年以来，古生物学在材料的收集及其理解力方面都获得了进展。

更多的热心于进化重现描述的人则从形态学中获得了一些鼓舞。许多人认为，对解剖学比较的仔细关注，将揭示"动物界不同部分之间的亲缘关系"。这种亲缘关系完全是繁衍过程中的修正而使生物界多样化的遗传纽带。然而，为此获得巨大荣誉的却是胚胎学，而不是解剖学。在19世纪早期就已见发展并受到攻击的重演假说，1859年后又重登历史舞台，并且旺盛地存在了几十年。在当时频繁出现于各门科学以及无疑需要极大智力投入的各种职业并广为传播的各种风云事物中，重演说事件是其中的一个经典例子。个体发育和祖先历史之间明显的平行进化为恢复古生物学所无法恢复的过去提供了一个强有力的途径。转向研究有序发育的胚胎，

① 英国博物学家、教育改革家，支持达尔文学说，第一个提出人类起源问题，并首次提出"不可知论"一词，著有《人在自然界中的地位》、《进化论与伦理学》等。——译注

追踪它每一个变动。在显微镜下，生命的祖先情况暴露无遗；对这种发育过程进行连续的观察，就能为观察者提供一个非常完整的关于进化过程的记录。比较胚胎学家积极地推进重演假说。他们培养了一大批伟大的实验生物学家，这批人基本上是在19世纪70年代和90年代间接受的教育，并且都是从学习进化重演描述开始的。当然，主要是由他们，而不是其导师，引证事实，提出论据，从而在很大程度上证实了胚胎发育的路径是对过去历史的精确重现这个观点是错误的。

然而，这些胚胎学的研究却大大拓宽了生物学家对动植物发育不同模式的认识。这种认识具有实用的价值，例如，它为分类学工作提供了更加可信的新依据。在那些展现世代交替的动物——主要为无脊椎动物——的事例中，仅对不同的形态进行观察，就已毫无例外地得出结论："同一"物种的不同阶段就是不同的物种。当然，这里"同一"的性质还是未知的。只有对这类生物整个繁殖——确切地说是生命——周期进行耐心的观察之后，才能发现，这些不同虽然非常显著，也非常真实，但它们只不过是某特定物种明确的发育方法中的一部分。通过追踪变化，胚胎学研究证实了那种"同一性"——这也许是对物种进行可靠描述的基础。到19世纪末时，胚胎学只不过是一门对生命历史广泛研究起指导作用的学科，尽管它也是必不可少的；古生物学也是这样。由于对过去缺乏一个单一的或绝对的线索，进化论者最后不得不鄙弃时尚，而充分利用每一个能找到的证据。

达尔文的生物学观点为一大批评论家提供了支持，而他们的评论极少局限于进化重现描述的问题。在达尔文的学说中，最令人困惑、研究最少的莫过于生物学家们对自然选择的结果及其缺点所进行的冗长而又无法让人信服的讨论了。造成这种结局，很大程度上是由于当时对生物变异的认识还十分不完善，而另一个同样重要的原因则是许多能干的生物学家对建立在功用基础之上的正统达尔

文主义深恶痛绝。

根据达尔文的观点，带有饰变的遗传通过微小变异的极其缓慢的积累而前进。那些生存下来的生物就是这么做的，因为它们身体各部分的集成体已被证明是有用的。每一个部分始终都处在选择的严格监视之下，只有那些能够确保生存或净繁殖成功的变种才能长期存留。评论者们指责达尔文只为该问题提供了一个口头的解释，而究竟什么才是有用的呢？它又是怎样加以衡量的呢？当然，对于"有用"并没有绝对而普遍的标准。认为幸存本身就是对适应及功用之检验的观点，只不过重新开始了对选择理论的引人注目的指控，即选择理论是套套逻辑。

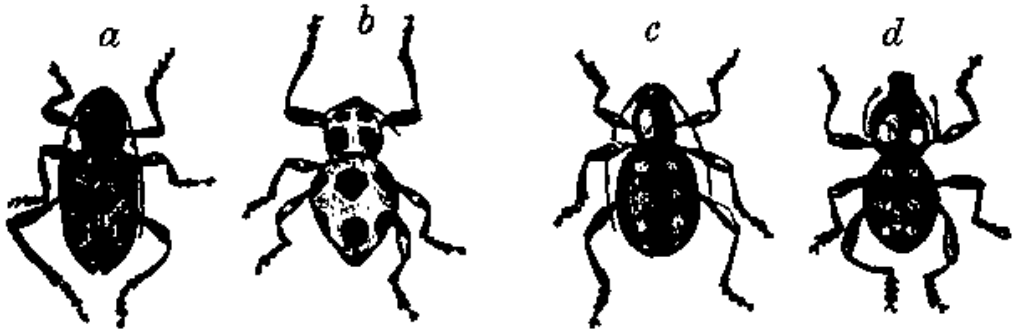



**图 4.5　保护色——进化过程中获得的外在表现，该表现对另一类捕猎它的生物群体来说是一种有害的标记——在 19 世纪 60 年代被发现，并从达尔文主义的角度获得了解释。那些与不受欢迎的形式最相像的品种是选择所青睐的；最明显的几种保护色已有描述。本图中，菲律宾群岛的可被其他动物食用的柔软甲虫(a，c)模仿象虫(b，d)的颜色和图案，后者是一种厚壳虫，不可食用。(阿尔弗雷德·鲁塞尔·华莱士，1889)**

最糟糕的是，这些非有不可又极其微小的变异最初产生时可能会有什么用处呢？在生存斗争中，它们可能只为拥有者带来了微不足道的好处；然后立刻就会"淹没"在该种群数目极大的个体中，而失去所有的进化意义。这类评论者大部分都转向了突变论。他们认为每种生物都有"其自己内在的、特殊的生长和发育规律，"而这些规律是所有新事物出现的原因所在；选择最多起到次要的作用，

即在当时出现的大变异中起挑选的作用。虽然这种“内在的规律”显然是刻意虚构出来的，但它们却令人宽慰地说明了变异产生之原因的问题已得到解决，激进选择学说中的创造性成分已有所减少。到1930年，通过对微小变异的生存值进行严格的统计分析，这个问题于是成功地从变化着的个体转移到大种群的变异。群体遗传学的产生使得选择学说的新达尔文主义学派得以确立。

在后达尔文主义时期，生物变异已是人们普遍认识到的事实，而且人们也普遍相信它具有解释细胞现象的潜力。然而，之所以会有那样的信心，更多的是由于其他生理学研究的失败，而不是由于有了什么决定性的、肯定的证据。一方面，在1860年到1900年期间，出现了大量关于遗传的纯理论；另一方面，正是在这个时期，促使遗传科学产生的彼此分离的各种学科日趋成熟。在这期间，细胞学、实验动植物育种以及生物学问题研究中统计学的应用成为前沿学科。随着1900年孟德尔实验数据的重新发现及其结论的传播，原先分散的研究走到了一起。它们的追随者成为遗传学家，他们的研究又为颗粒遗传和变异奠定了基础——先是在染色体上，然后是在假设的基因中（参见第三章）。

到1900年，达尔文生物学学说的盛行简直势不可挡。虽然自然选择学说仍常遭到批评，而且这种批评往往是诽谤性的，但是，除了那个始终很含糊的（被称为新拉马克主义的）环境假说之外，却没有其他理论能够得到认真坚持的。带有饰变的遗传这个事实已经成为所有生物学家都知道的知识。19世纪80年代的一本杰出的教科书这样写道：

> “动物和植物从其他已存在的生命形成衍生而来这一事实已不再受到怀疑了；并且任何特定的植物或动物的产生显然都有一个明确的过程，就像自然历史的其他方面一样。”

为了证实这个结论，生物学家们试图重现生命历史的大致图景及

其基本细节。对于前者，他们基本上成功了；而对于后者，他们也获得了一定的成就，但无论如何都不是完全的。这种对系统发育的重现描述充满激情的探求，既是给20世纪生物学的一个礼物，也给它带来了诸多令人烦恼的议题，这些议题的主题是生物变异的本质、原因和结果以及进化机制到底是什么。

## 达尔文主义的种类：神学

主要的达尔文主义者决意将人放在自然中，并将其当作自然的产物及其不可分割的一部分。虽然他们的目标不足为奇，但他们的成就却并不平凡，而且那种成就，虽然借助了生物学作为一门科学所具有的威信及其被武断认定的确定性，仍然不能避免在现世的科学研究者与认为人由上帝创造的基督教概念的支持者（其中包括许多杰出的科学家之间重新燃起激烈的争论。这场争论实际上与道德问题有关，因而是有关人与动物之自然关系的一个并不有趣的次要问题。卫道士坚持认为："人天生具有一种道德本质，一种判断正确和错误的洞察力，以及对道德义务的感知。"这种道德感只有人类才有，是造物主对人类的珍贵馈赠。它决定了人的特点，也使人与上帝之间有一种至关重要的特殊关系。基督徒相信，人类由于堕落而带有罪，他从永恒的折磨中获救的唯一希望就是接受基督为其救赎主。人类在道德上是无法自给自足的，他需要基督，或者，至少需要教会。

因此，当达尔文在1871年对人类道德的起源这个广为人知的新问题提出以下观点时，不难体会忠心的神学家们的恐惧。

> "一种高度复杂的感情，最初产生于社会性本能，为社会成员所赞同，受理智、自身利益所控制，后来又受到强烈的宗教感情的驱动，被教育和习惯所肯定，所有这一切，最终构成了我们的道德观或者称之谓良心。"

除了这种含蓄的、无法让人接受的相对主义外，卫道士们认为进化论者还散布了一种对道德、教会和社会立即产生破坏作用的学说。人类不再是其命运只有基督信仰或教会才能决定的堕落的生灵，相反，他是一个由自然产生的独立的存在物，与上帝全然没有关系。随着道德的永久约束力的解除，人类似乎只不过是一种高度复杂而理性的社会性动物。围绕着人类起源或命运的所有的宗教神秘也就很容易被去除了，这是狂热的无神论者曾竭力做过的事。

达尔文主义者通常被指控为不信神的生灵。这可能并不是一个合理的指控，因为大多数的进化论者——海克尔是一个直言不讳但结果却极其令人反感的例外——在理智或感情上，都与他们社会的传统价值联系得非常紧密，而根本不可能与过去产生如此大的、并且是不可逾越的鸿沟。达尔文十分谨慎地说明他的"宗教信仰有一些混乱"；托马斯·亨利·赫胥黎转向了不可知论；而莱伊尔则继续保持他的信仰。简单地说，大多数进化论者虽然并不完全赞同那些基督教教义，而且还经常在博学的神职人员面前宣布他们的不满，但他们并没有直接与那些教义对抗。

必须肯定，神学对达尔文主义的反应不仅仅是对人类的道德独立性及其责任的争论。对《圣经》按字面意义所作的解释，包括仍然很激烈的关于意匠论的争论，在地质学、进化论以及迅速发展起来的对圣经内容进行的历史和批评性研究的联合攻击下，只是很缓慢地发生了顺应性改变。将近19世纪末时，罗马教廷的教义越来越保守，它对《圣经》之现代主义解释的警惕性似乎甚于与进化论者进行争论的兴趣。更加笃信基要主义的新教派保护着他们的《圣经》不受侵犯；而其他一些主要依赖于从寓意上理解摩西创世记述的新教派，则试图摆脱关于创世正好在6天内完成的令人困惑的限制。

在进化生物学和基督教教义之间进行的调和工作，既在它们之间产生了最初的联合——尽管表达得并不清晰，也导致了它们后来

的分裂。后者是 19 世纪最著名的事件之一。而前者，许多人认为，也仅仅是体现神学家专横的又一个例证，即神学家认为所有的知识在本质上都是神学所固有的，并被赋予神圣的意义。于是，导致个人和学识上紧张局面的背景就成熟了。一旦进化论者清楚地阐述了其认为人类拥有据称是最高的特质并获得最全面发展的博物学思想，争论就会不可避免地发生。科学和宗教为其在欧洲人意识领域中的主导地位一直进行着不懈的争夺，而进化论则为此提供了一个重要的战场。

## 达尔文主义的种类：社会和种族

在达尔文主义的许多种类中，社会达尔文主义当然是最为人们所熟悉的了。它同样也最经不起精确的特性描述的考验。社会达尔文主义者有多种多样，他们关于社会达尔文主义的前提和目标的看法也没有统一的信条。然而，我们可以在社会达尔文主义中找到主要论题，尽管它们并不一定在每个事例中都是重要的。当然，其中有一些在达尔文之前就已存在，而且最早出现于非生物领域。进化思想的贡献在这里与在其他地方一样，是巨大的，并且也为那些现存的和即将重新振兴并受到修正的观点提供了一个看上去很具科学性的基础。

达尔文的选择学说将进化变化建立在无数小变异的积累之上，其主要的实体是不断变化的个体。在某些方面这个观点与经典的自由政治经济相同（达尔文经常从这里得到启发，每个个体都努力地趋向于对自己最有利的状态，因此个体的决定价值是强调的重点。在人类社会中，这一情况决定了对立利益的存在并由此导致竞争的存在。在竞争中获得胜利可以有许多含义：利润、提高了的社会地位、政治或军事权力。实际上，如果一个人因此而衰退，那就意味着凄惨的人生以及死亡。正像已说明的那样，达尔文生物进化

论就是从这个观点衍生而来的，并丝毫不少地采用了其中科学论证的方法。在社会达尔文主义的信条中，最基本的是绝对的利己主义以及竞争能够保证胜利者拥有明显有利的优势。自然选择看来在自然界和社会中是同等有效的。

社会达尔文主义的大多数论谈还用到了社会机体的比喻。这个古老的比喻，在19世纪经过德国历史学家和自然哲学的重新塑造，向社会达尔文主义者提出了一些相互对立的观点。一方面，它强调机体的整体性及其细微的平衡，这当然就阻止了所有试图对社会环境进行重大或迅捷改革的努力；这样的社会机体要求采取渐进主义，并且不与自然的优势相抵触。然而，社会改革家可以决定提倡利用机体众所周知的适应性。他强调机体对改变了的环境条件的敏感性，将自己对社会改善的希望建立在人类理解并进而控制这种环境的能力上。这两种立场都较好地代表了社会达尔文主义，然而，尽管它们都有众多直言不讳的支持者，但社会达尔文主义从总体上来说是一场保守的运动。

对社会达尔文主义的任何讨论都直接导致对人类各门科学发展和界定的思考。赫伯特·斯宾塞——社会达尔文主义者的领袖——的作用及其与欧洲大陆重要社会思潮之间的关系，将在下一章讨论。这里将举两个例子来介绍社会达尔文主义的思潮。它们分别来自于美国和普鲁士，前者在南北战争之后坚持鼓吹"天定命运论"①，而与此同时，后者则在进行最后的胜利一击，即将长期分裂的德国统一起来。从大约1860年开始，这些国家都进入了一个快速并且通常是掠夺性的工业化时期。财富、权力和地位将会赢得；这些国家也必将走向强大。因此，1865年以后的美国，以及稍晚一些时候的德意志帝国，培育了最奔放、最严酷无情的社会达尔文主义者，这一学说还为日益升级的种族主义论点提供了受人欢迎的确

① 19世纪鼓吹美国对外侵略扩张为天命所定的一种理论。——译注

证。这些都不是偶然的。

威廉·格雷厄姆·萨姆纳(William Graham Sumner，1840—1910)热衷于只发展社会组织中固有的、有价值的竞争基础。其中关键的因素是人与作为财富基本来源之土地的比率，当这个比率的值增大时，竞争斗争就趋于激烈。社会适应性可以由钱财来衡量："百万富翁是自然选择的产物，自然选择作用于整个人类，从中将那些适合于做某种工作的人挑选出来。"在苛刻的竞争条件下，民主政治是不受欢迎并且是错误的。所有试图减轻群众困难和痛苦的社会行为都同样是错误的；社会是一个机体，它仅以一种(缓慢的)节奏发生改变，决定这种节奏的是社会本身，而不是人类。萨姆纳最初是一位传教士，后来在耶鲁大学任社会学教授，长期保持着新教徒辛勤工作和节俭的传统，并且对 18 世纪美国的平等主义十分厌恶。萨姆纳研究的目标、前提和论点都是有关社会问题的，并且从达尔文主义中借用了许多术语、新鲜事物以及看上去似乎成立的根据。

1890 年以后，德国思想界完全受到了社会达尔文主义的感染。当时德国已经存在一个非常活跃的传统，即日尔曼民族的思想。根据这种思想，日尔曼民族是一个在肉体和精神上密切相关的理想的群体或"民族"，其统一性和至高无上的美德是不容置疑及独一无二的，并与德国乡村有着紧密联系。民族思想和社会达尔文主义的主题思想相联合，就产生了种族意识，有的比较谨慎，而有的则极端的狂热。

阿尔弗雷德·普勒茨(Alfred Ploetz，1860—1940)对后来纳粹的种族野蛮行为得以产生与建立的基础作了阐述。普勒茨在希特勒统治时期死于柏林，死时为教授。1895 年，他开始创立种族卫生学。与他的许多后继者相比，他的方法总体上是人道的。他提倡通过合适的雄性选择方法提高种族素质；而在社会强制下有节制生育，可以逐步产生一个更健康、种族上更可取的民族。然而，他的计划却包含这样一项内容，即由专家组成专门小组对新生儿进行检

查，以决定该新生儿是有利于种族发展还是应被立即淘汰。在普勒茨看来，这个“种族”是全体人类；但对其他理论家尤其是后来的纳粹党人来说，这个观点太感情用事，并且对世界的影响太大了。世界上存在许多不同的种族，其中北欧日耳曼人是最好的民族，而犹太人显然是最差的。对狂热的种族主义者或纳粹来说，仅仅控制生育是不够的，他们有一连串严酷的方法：绝育；社会的、法定的和经济的隔离；以及那可耻的最后解决方法——种族灭绝。

当然，社会达尔文主义并非必然会导致这些可悲的结论和行为。然而不能否认，社会-生物伪科学——基本上就是社会达尔文主义——之所以迎合其支持者的口味，不仅仅是由于它的科学言词，也是由于它为残忍的个人或社会行为提供了理由。美国有许多人曾呼吁并继续在呼吁用生物学来纠正通过解释消除这种地方种族主义或种族中心主义，如果它直接针对这个世纪中所称呼的意大利人或印第安人、犹太人或黑人。当然，恶毒的种族主义者用来判断价值的方法，并不是从对生物差异的科学研究中衍生出来的。然而，这样的诱惑却始终存在，并随着达尔文主义进化思想向社会分析领域的扩展而被大大地刺激起来了。有责任心的生物学家一直都为此感到不安，他们现在仍觉得有必要对种族的生物学意义进行明智的思考，并努力反对他人不负责任地盗用他们的结论。

## 转型

生物学中的进化学说提出了一种有别于传统的基督教创世论的观点。创世论者和进化论者都对生物体的适应性和物种的多样性感兴趣。然而，他们解释这些博物学主要事实的方法却暴露了他们在观点及志向上的根本不同。一个将原因归于超自然的存在或意愿，而另一个则试图不用超自然的方法亦即非经验的方法来解释这些现象。两者之间存在折中办法的假象始终都可能存在；它通常

将这些现象归因于自然法则，而自然法则反过来又是创造性智慧与力量的直接产物。很自然，这种解释并不能使那些寻求纯粹的自然解释的人感到满意。

达尔文和华莱士已经证明，生物体的转型在自然界中是规律，而不是例外。他们和他们的学派运用在数量上和相关性上都胜过以往的证据来证实他们的结论，他们也利用以往的材料，但这样做是为了一个明确的目的，那就是证明进化的过程。这同一个目的同样也指导着他们最初研究的方向。达尔文和华莱士还进一步探讨了生物体变化的各种可能的原因，当然，他们选定的是自然选择。

在生物学领域，自然选择导致进化之学说的胜利，导致出现了未曾想到的各种机会。对进化世系的关注，使成长中的生物学专家找到了研究方向，并赢得了美名。19世纪70年代的古生物学家、解剖学家或胚胎学家中，很少有人不将自己的研究工作与进化理论相联系起来的，也很少有人不采取一个与达尔文-华莱士自然选择观点明显一致(或不一致)的立场的。19世纪末期，描述生物学与分类生物学完全渗透在一起，它们的目标和实践很大程度上都是由进化论思想确定的。然而，对于达尔文观点的价值，生理学家们分歧较大，而且他们往往还非常怀疑这些观点是否与功能生物学相关。

在百年的科学发展中，达尔文主义的胜利始终都吸引着人们的注意力。由于人们通常认为科学应当为理解提供完美的确定性，因此达尔文主义不可避免地会遭掠夺而为道德、社会、政治以及其他所有非生物学的结论服务。毕竟，如果人是一种动物，那么他和他的社会当然也应该符合从动物科学中得出的结论。虽然这看上去很简单——事实上也是这样，这个论点却为广受欢迎的社会达尔文提供了凭证与活力。因此，并不奇怪，到1900年时，在对人类自给自足的科学性进行详尽阐述时，会将其中被认为传承自达尔文主义的费解和错误之处剔除掉。

# 第五章
# 人学

对人类进行科学研究，一般而言是伴随着达尔文主义的来临而开始的。当然，这种观点是由新近自称为进化生物学家的人公开加以表明的。托马斯·赫胥黎在1863年宣称："关于人类问题所提出的问题——这个问题既是所有其他问题的基础，又比其他问题更深刻、更有趣——就是人类在自然中地位的确定问题。"达尔文在《物种起源》中曾谨慎地提到，通过他的带有饰变的遗传这一假说，"将可了解人类的起源及其历史"。40年前，第一个系统的物种变化论者让·巴蒂斯特·德·拉马克论述道：人类乃"自然的杰作，是大自然在这个星球上能够制作的最卓越产品的最高限度，是动物王国中的一种生存个体，并属于哺乳动物纲"。而在《起源》发表40年后，恩斯特·海克尔武断地声称："人类由已灭绝的第三纪灵长目系列衍生而来，这决不是一个模糊的假说，而是历史的事实。"

在拉马克和海克尔所处时代之间，人类对其过去的认识确实发生了革命性的变化。虽然拉马克原则上只能运用当时科学的最初原理来说明他的观点，但海克尔、赫胥黎以及其他许多后达尔文主义人类学学者，则可以引证可靠的证据，来说明人类既是自然的产物，又是自然界不可分割的一部分。他们的证据来自于比较解剖学、化石中人类的残骸以及史前社会留下的痕迹。虽然这些证据并

不完整，并且部分证据还存在严重的疑问，但这些证据都很具启发性。这些研究促使19世纪产生了几个引人注目的专业，其中有体质人类学、人类古生物学以及考古学。这些新学科都以历史的眼光看待问题，关注体质上的关系、人类骨骼残骸以及人类不同文明阶段的具体的人工制品。一般说来，体质人类学研究个体标本，考古学最关心过去特定时期文明的特点。但是，正如我们将会看到的那样，从多种原始资料中所得历史的自然环境，常常要求视野更加开阔。人们对人类的兴趣很可能比对单个人的结构或人工制品的兴趣更加广泛。人们可能甚至确实经常将全人类作为研究的对象。

这就打开了一条观察人的完全不同的途径。在18世纪人们重新燃起了对古代的强烈兴趣，在接下来的19世纪，人们又试图重新捕捉人类思想的发展过程。重点多半会落在人类的道德观念上，就像对人类动物性研究的重视一样。“道德观”是一个随常的含糊表述。从传统的狭义上说，在基督教眼中道德关系到人的本质。而由转型学派和著名的达尔文主义者发起的对人进行自然描述的运动，则彻底否定了人类具有道德观念（参见第四章）。但道德仍然被认为归属于人的思想与品质，因此道德也被认为是人类无以伦比的、最真、最高的特性，即理性。从这个意义上来理解18和19世纪的“道德哲学”就比较容易了，该道德哲学的前提对人类科学发展产生了极其深远的影响。

18世纪的道德哲学家认为人类有一种从众心理。因此，个别人的奇想所具有的意义和重要性，明显要比所有人共有的想法小得多，这样，学者们对人的关注就集中在作为集体或社会存在的人之上；这种研究的对象就是社会中的人，或者简单地说，就是社会。不管是人类的思想、身体，还是文明的背景，其所具有的特征只有对我们理解人类的整体发展有贡献时，才被认为是重要的。当然，历史的因素仍在使解释变得更令人满意，但是现在认为的历史图景是作为所有时代、所有地点普遍存在的社会看待的，而不是只对杰

出的人物和个别事件的精细记录。

我们不能认为，个性的倡导者与人及其工作的社会属性的倡导者们所提倡的一定是彼此对立的，亦即不能认为这两种方法在任何确定的研究者那里都是相互排斥的。然而事实却是，19 世纪人们越来越多地转向关注社会现象、从中发现了这些亟待解决的问题，并且提出了设立一门独立的科学（即社会科学）的建议。人类必定是这门新科学的研究对象，正如他也是达尔文主义分析的对象一样。虽然 19 世纪的最后三十几年是自觉的和武断的人类科学（心理学，人类学和社会学）的诞生期，但这些学科主要是从 1859 年以前的道德哲学和对社会政治的思考中产生的，在明确的内容方面与达尔文主义的取胜几乎无关。因此，对人进行的科学研究很大程度上依赖于进化生物学的成功，这个流行的结论，有待谨慎的考查和严格的论证。

## 人类：创造出来的单一性以及多样性的事实

这里谈到的人学研究仅与基督教世界有关。基督教正统的教义要求人类是单一的。造物主上帝创造了亚当，由他又制作了夏娃，从最初的这对夫妻再产生了整个人类。通过圣奥古斯丁的论证，圣经的叙述被强有力地加固了。对奥古斯丁来说，人必定是同一的、生活在欧洲及其边缘地带的各个民族，尽管他们的差别很明显，都是上帝最初创造的那对夫妻的后代（同源论）。最重要的是，基督只来过一次，是为拯救全人类而来的。有关基督降临人世、在十字架上受死以及复活的预示实在是太伟大了，以至于无人不知。奥古斯丁的观点受到中世纪后期就人类的形态和社会相互关系思想的启发，必然只限于小小的欧洲世界。

但是文艺复兴时期的欧洲却有极强的扩张性。一个全球性的探索时期开始了。中世纪的旅行者对他们所碰到的陌生民族不怎么感兴趣。但在大约 1500 年之后，却出现了一些寻找财富、领地、

冒险经历或需拯救之灵魂的旅行者，他们所遇到的陌生民族的独特性和多样性给他们留下了很深刻的印象。人类在身体上似乎有无数明显不同的形式；社会的习俗和形态各异，从衣着到住宅，从家庭结构到宗教活动，从言谈举止到思考的模式，其变化之大超出了人类想像力的极限。目瞪口呆的基督教欧洲于是神经紧张地发现人类的多样性。

这些人是谁？他们与欧洲有着什么联系？这些联系是否在历史发展的过程中丧失了？最后这个问题是至关重要的，因为它用人类多样性这个令人吃惊的事实驳斥了圣经所描述的人类必定具有的单一性。人们可以推断出最初的人类就具有多样性（多元发生说），当然，这样做就违背了摩西的创世记述。这是通向异端邪说之路，在19世纪文艺复兴晚期虽不少见，但同与圣经需要所做的某些调和相比，这一说法就不那么受欢迎了。这里存在两种主要的观点。我们可以再一次详细查看《创世纪》，在那里找到人类多样性的确凿证据。例如，不复存在的古以色列人十支族就有很多文章可做；他们被认为可能是埃塞俄比亚人、英国人或美国印第安人的祖先。该隐（Cain）[①]的后代在圣经中并没有记载，但很可能形成了新的部落而迁移到全球各地。该隐的妻子又是怎么一回事呢？她的模糊出身，始终使《创世纪》的读者迷惑不解。

第二种与生命科学有很大联系的观点认为，在传统的统一创世之后，环境一刻不停地起着修饰作用。这样，单一性照样可以被保留，多样性又同样适用；前者是第一位的，后者则是从属的、或许可以解释的自然产物。环境论（environmentalism）[②]是众所周知的，也是古希腊的人类研究者所提倡的，其中最著名的是希波克拉底医派和亚里士多德。这种观点后来在基督教西方消失了，直到文艺复兴时期才根本复苏，并且很大程度上是通过政治理论家的努力，才在欧

① 亚当与夏娃之长子，见《圣经·创世纪》。——译注

② 认为一个人的行为主要受环境影响，与遗传论相对。——译注

洲关于人类的组成和分布的反思中找到了一个稳固的位置。环境对生物(动物或人)的影响,在早期物种变化论者的学说中,尤其是拉马克的纯理论系统中,占据着主导地位。

到19世纪,调和人类多样性与圣经中单一性之间的矛盾并未削弱。所提供的解释仍然是老生常谈。在美国为种族主义和奴隶制辩护的作品(1830—1860)中,多元发生说以极严格的形式再度兴起。环境论已事实上扩张到生物学各个方面:研究包括人类在内的生物转型问题。特别关注摩西创世记述对圣经的重新阐释,是这个世纪最活跃、最有特色的学术工作。并不意外的是,达尔文主义者感到他们为这些问题带来了新的解决办法;对于起源问题他们的兴趣并不大。"哲学上对亚当存有的主要异议,"赫胥黎宣称,"并不是他的一体性,而是认为他被专门创造出来的假说。"达尔文主义者认为,与拉马克明显错误的假说不同的是,他们关于进化变化的机制(自然选择),将为生物转型研究提供理论体系和科学可信度。这样,人类不逊于动物和植物的多样性就得到了满意的解释。这种多样性是自然产生的,正像赫胥黎的话所表述的那样,我们完全不必在意人类的原始状态。不管最初的人是一个还是多个,多样性都能产生;专门创造的假说是不必要的,既缺乏确凿的证据,又毫无理由地限制了进化研究的范围。

## 人在自然中的位置

达尔文主义者非常自信地认为人具有动物性,因此他们认为,根据这一事实将生物学的概念体系和方法用来研究人也是合理的。人是一种动物并不是在19世纪才发现的。这个结论在古代就已很平常,而且在基督教的传统观念中可以找到它的出处,只是在人类拥有唯一的灵魂一点上,才有重大的保留。亚里士多德认为,人除了与动物一样具有好吃和敏感的"灵魂"之外,还有一个有智力或者说理智的灵魂。于是,人类在其生存的最高层次上,已与其他的

创造物区分开来了。当然，基督教的教义赋予了灵魂一个新的、特殊的意义，但它对这种区别仍持极力赞同的态度。人类与其他的生物不同，他被造物主赐予了灵魂，这使得人类，也只有人类，才具有自由和道德观念。人的精神远远地胜过他的肉体，也胜过人与其他生物的关系。在这方面，所有研究人类、并如已经看到的那样对人类单一性深信不疑的人表现出一种有系统的、固执的偏见。

这种偏见直到 17 世纪晚期才开始瓦解，并似乎是紧随在认识到肉体上(以及文化上的)所存在的差异之后才发生的。牛津大学的解剖学家、杰出的政治经济学家威廉·佩蒂(William Petty，1623—1687)，在 17 世纪 70 年代著书立说，利用大生存链的共同概念，寻找人与某些动物间的不同点和人类本身演化的各特殊阶段之间的不同点。为了达此目的，只有选择显著和可靠的特征作为研究对象，并且这些特征又只能通过感觉来领会。我们必须在人类相似的形状及可见的外貌)，而不是通过其他感觉的对象或灵魂的内在运转方式，来判断人类的多样性。体质而非精神的特质，正越来越多地成为一大批研究动物和人的学者的主要研究对象。佩蒂就是这种倾向的例证。他和其他许多人从体质的角度来研究灵长目动物，强调体质特征在分类学和人类学上的重要性，如鼻子、嘴唇和颧骨的形状，脸的轮廓和头颅的形态，头发的质地以及皮肤的颜色等。到 1735 年，这一研究工作得到了极大的发展。在那年卡罗勒斯·林奈的《自然系统》首次出版。这本重要的著作，尤其是它以后的各种修订版，导致了对整个动物分类学的改写，并为博物学系统发展成为一门确定的、条理清楚的科学奠定了基础。林奈不仅仅将人包括在生命世界目录中(给人定名为智人属，*klomo sapiens*)，还试图结合身体和文化两方面的特征，勾勒出各类人种间的显著差异。

结果，到 19 世纪时，对人类的体质特征进行仔细审查并排列成表的工作已经得到了很好的开展。世纪之交时比较解剖学取得的巨大成功，以及法国、德国、英国学者们的共同努力，使人们更加意

识到人的动物特征。整个19世纪期间，解剖学和人种学联手寻找辨别人类不同种族的有效标准。从大量不同的体质特征中可以明显地看出，至少是在现代人们一贯坚持的人类统一性将受到一次严格的考验。一些似乎一直存在的人种得到描述，这些种族由于与长期以来广为人知的一些偏见相联系而引人注目，并且，不管它的异端的嫌疑，人在最初就不同的概念又重新得宠。我们的人类学家都是现代的西方人，他们与陌生种族的接触越来越多，与其说他们乐于支持对异域奇景及风俗习惯的偏好倒不如说更乐于支持急于在混乱的人类状态中理出头序的真诚努力。一个简单易行的解决方法是将优等的人种分离出来，然后再决定其他低劣人种的不同等级。

种族中心主义在19世纪的西方世界并不是什么新事物。亚里士多德曾经将古希腊人与野蛮人加以区分。而后者，作为低等环境的受害者，仍然是未开化的野蛮人。在那种条件下，他比野兽好不了多少，因为他缺乏文明，这是人类状况最真实的标志，并为当地的法律、宗教、保安和对性欲的节制状态所证明。人总是轻易地透过自己限定的有限视野来看待别人。基督教的普世宣言以严格的形式传达给所有的人类，但救赎的大门却不是对作为人的所有人而只是对作为基督徒的所有人敞开。基督教界在冷静地评价人类身体尤其是文化方面的差别方面是非常欠缺的。著名的道德哲学家戴维·休谟(David Hume，1711—1776)[①]，在人类统一性一事上直言不讳。他在1748年写道：

> 我经常忍不住怀疑黑人，一般说来还怀疑所有其他种类(因为存在四五种不同的种类)的人天生就比白种人低等。从来不存在任何文明的民族不是白种人，甚至从来不存在任何在行为或思想

① 英国哲学家、经济学家、历史学家，不可知论的代表人物，认为知觉是认识的唯一对象，否认感觉是外部世界的反映，主要著作有《人性论》、《人类理智研究》等。——译注

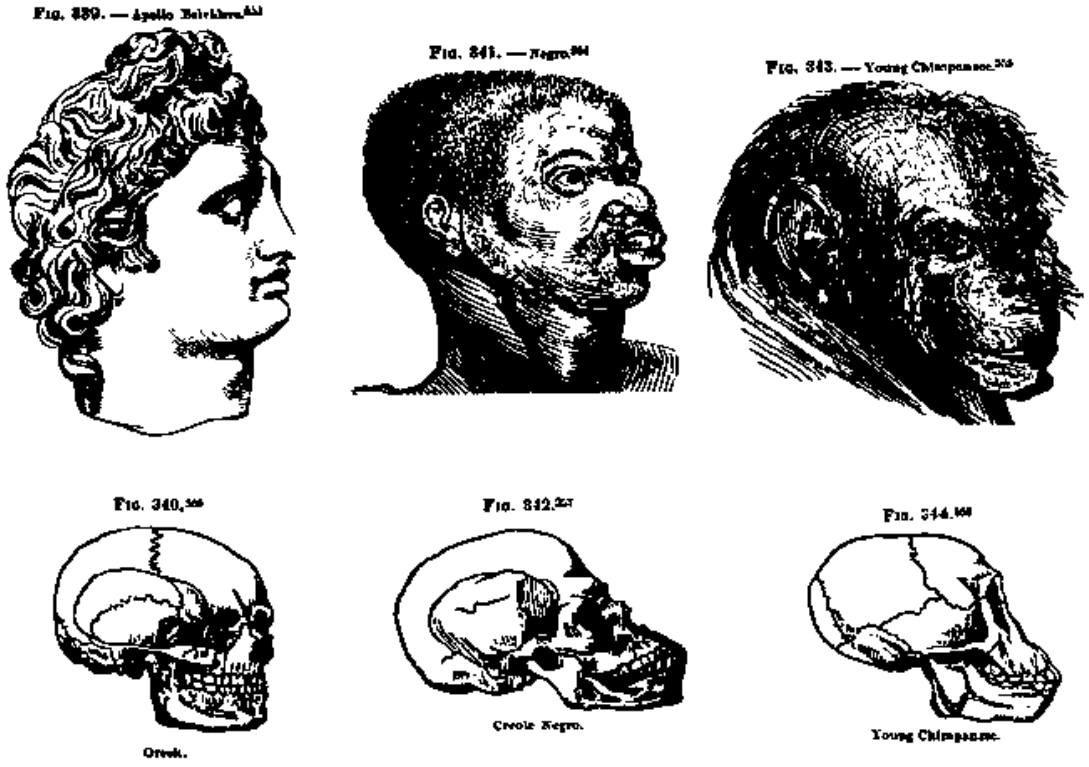
上非常杰出的个人不是白种人。在他们中间没有能工巧匠，没有艺术品，也没有科学……如果造化最初没有使这些不同种类的人相互明显有别的话，这种始终如一的差别就不可能在如此众多的国家和时代中出现。

休谟的陈述表明，人类众多的特征与其行为——“文明”与文明这个术语所代表的所有文化细节，人的智力，以及身体外貌——极易混淆。当然，其中最重要的一点是，肤色是区别人类其他甚至全部特质的可靠标志。

人类学兴趣与种族偏见的混淆，大约在美国内战前人类学所谓的美国学派中达到了顶峰。这个学派，包括塞缪尔·莫顿（Samuel Morton）——费城的一位解剖学家，乔治·格利登（George Gliddon）——一位出生于英国的科普工作者，以及乔赛亚·诺特（Josiah Nott）——来自于亚拉巴马州莫比尔的一位医生，都特别关注体质人类学，并且，尽管当时公众信仰的是另一种观点，但他们却都是好战的多元发生论者。他们的人类学研究是科学兴趣和社会承诺不对等的混合。他们将确凿的科学证据（脑颅容量的测量）与考古学及史书中的记述相结合，用以证明人类在可以确定的最早年代就已显示出那些如今非常明显而又必定存在的根深蒂固的种类差异。黑人在古代就低人一等，这令人吃惊地加强了这样一种观点，即：黑人如今的地位并没有被贬低，而且作为世界组成的一部分享有其低等的地位。他们理所当然地成为从事卑贱工作和沦为奴隶的最合适人选。

看似严肃的人类研究与种族主义观点的这种联合似乎是一个持续时间较长的现象。关于这方面的资料极多，现代对此所作的研究也很多很多，这一讨论，至少会关注19世纪关于人类在自然界中位置研究的其他活跃领域。在大多数为多元发生论者的体质人类学家中，可能只有一小部分人受明确的种族主义倾向所驱动。这小部分人对人类古生物学极有兴趣，该学科是对《创世纪》原义阐释者的一个巨大考验。1850年之前，并没有发现无懈可击的人类化

I　　II　　III




I. 希腊人头像及其头骨；II. 黑人头像及其头骨；III. 年轻黑猩猩头像及其头骨。

**图 5.1　体质人类学有许多杰作，但恐怕没有一个像南北战争前美国为奴隶制所做的辩护那样如此清楚地表达了一种信息。乔赛亚·诺特在科学的基础上，不仅用文字，而且还用图像说明了人类的一个奇特的黑人"种族"近乎野兽的状态："虽然我不相信种族智力的平等性，并且在自然界或人类历史上都找不到这种流行观点的基础，但我并不属于那些习惯于将任何人种贬低为与野兽同等的人。然而，除非是瞎子否则就不可能不会被人类一些较低种族之间的相似性所震惊，因为这些相似性可被认为是与动物界的连接纽带；也除非是瞎子否则就不会不理智地得出这样的结论，即猩猩和黑猩猩从某种非洲和大洋洲的黑人中分离出来的可能性，比后者从条顿族（古代日耳曼族的一支）或帕拉斯奇族（Palasgic）分离出来的可能性更大。"（乔赛亚·诺特和乔治·格利登，1854）**

石样本。所谓无懈可击，是指该样本与被发现之处明确无疑的古老矿物质之间存在显而易见的联系。但是在1856年，第一个被大致确认的人类残留物化石在德国尼安德特河流域出土。就在发现可能存在尼安德特人之后不久，1868年，在法国西南部又发现了克罗马努人（智人的一种，约35000年前出现在欧洲）。恩斯特·海克尔一直坚持认为，一个真正完整的进化图表中在类人猿（大猩猩、黑猩猩、猩猩、长臂猿）和人科动物或者人之间还需有一个“待补充的环节”。受海克尔的鼓励，荷兰古生物学家欧仁·迪布瓦（Eugène Dubois，1858—1940）[①]，1891年在爪哇岛上寻找并发现了在所有史前人中最著名的爪哇猿人的残留物。20世纪，一个更古老的种类——南方古猿——在东非被发现。这些样本都可追溯到大约一百万年前的更新世时期，这样，人类的称号就上溯到了未曾想到的远古时代。

人类古生物学的证据虽然并不完整，却很有启发性；它与比较解剖学一起，将人类与其动物祖先联系得更加紧密了。赫胥黎，一位能干的古生物学和解剖学研究者，敏锐地意识到这些探索的重要性：

> “面对面地看到人类自身的这些模糊的拷贝（指的是类人猿），即使最不善于思考的人也会清醒地感受到某种震撼。这与其说是因为对这种看似不恭的拙劣模仿的厌恶，还不如说是因为对自古以来有关人在自然界中的位置以及与生命的低等形式之间关系的各种理论和根深蒂固的偏见突然产生的极度的不信任。”

正如古生物学为人类演化的实际过程提供了具体但并不连续

① 荷兰解剖学家、人类学家，在爪哇发现爪哇直立猿人化石（1891—1892），著有《直立猿人，爪哇似人过渡类型》。——译注

的例子那样，在说明人类的古老性及源于动物界方面，显然再没有比古生物学所提供的证据更有说服力的了。尽管在某些化石形态的鉴别和解释中，经常发生激烈的争执，但是，对人类过去发展轨迹的重现可能是19世纪生物学家对理解人在自然中位置的最大的贡献。

关于人类过去研究获得巨大成就的另一个杰出领域是史前考古学。19世纪期间，人们对人类古迹的兴趣，从收集令人喜欢或稀奇古怪的手工制品转变到系统地搜寻并解释这些已消失的人类文明所遗留下来的痕迹。打火工具及武器、陶器的碎片、经过琢磨的骨片以及其他数不清的物品，为考古学家提供了第一手的材料。这门学科缓慢地在发展，并充分意识到《圣经》上关于人类古老性问题的记载是有局限性的。宽泛的分类区段由此产生：丹麦人克里斯蒂安·汤姆森（Christian Thomsen）在1836年将人类历史划分为我们所熟知的石器时代、青铜时代及铁器时代。可靠材料的积累与日俱增，其中对更新世晚期洞穴沉积物的勘探尤其有价值。

对开创考古学起到决定性作用的，恐怕当属法国的一位地方税务官员雅克·布歇·德·佩尔特斯（Jacques Boucher de Perthes，1788—1868）所进行的研究。人们在疏浚法国北部的索姆河时发现了一些形状特异的石头，布歇·德·佩尔特斯认为它们是古代的工具（短柄小斧），并发现它们与（已灭绝）动物的骨头有紧密的联系。在《凯尔特人和大洪水以前的古迹》（1847—1864）一书中，他认为这一证据清楚地证明了史前人的存在及其活动。19世纪50年代期间，在英国的洞穴中也有类似的发现。但直到1859年伦敦皇家学会的官方代表团正式宣布改变对这一问题的看法之后，这一工作的重要性才得到科学界的普遍接受。考古学家显然已经清楚地证明了更新世人类的存在。

遗憾的是，考古学接下来的巨大进展并没有在生物学短暂的历

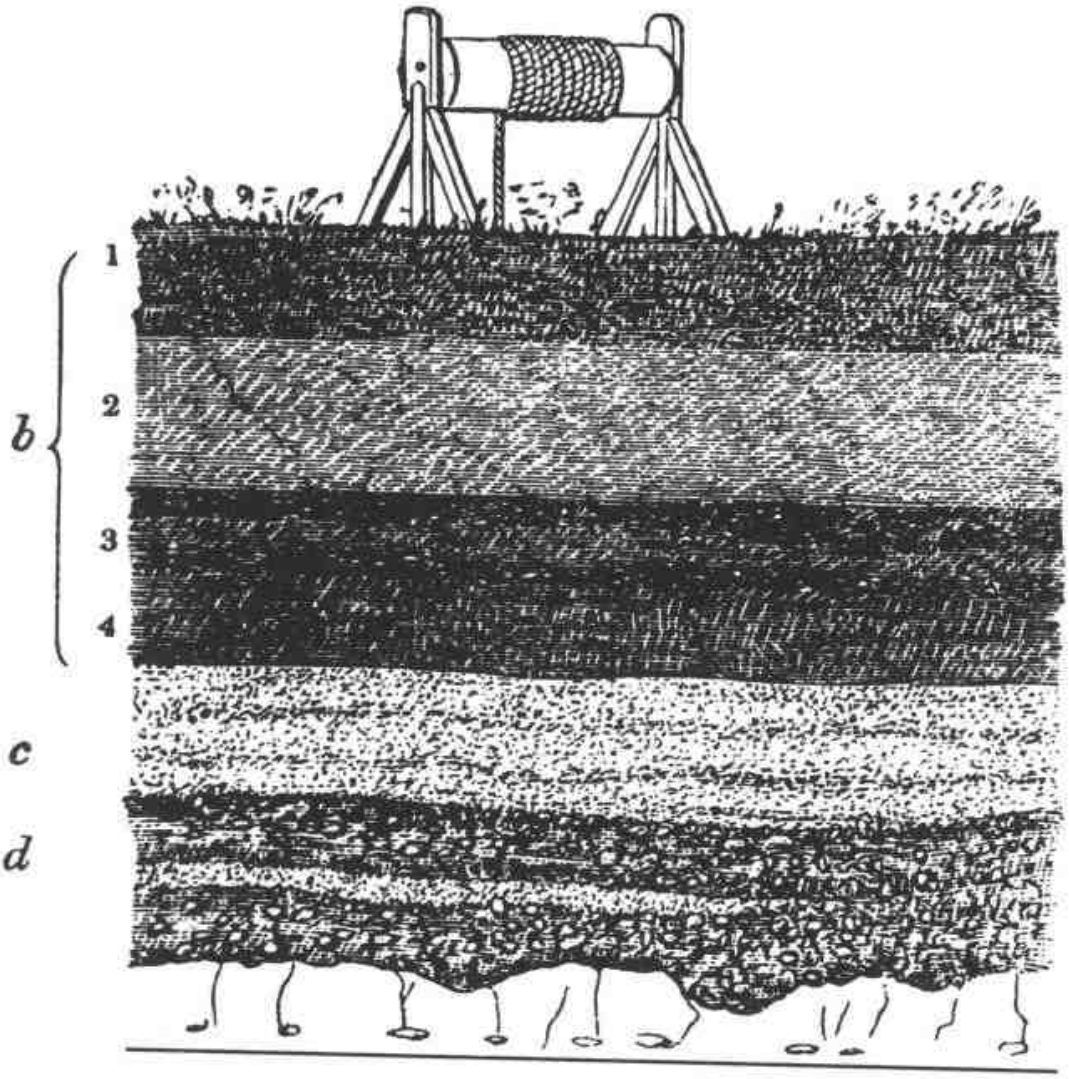



图 5.2　布歇·德·佩尔特斯发现在未受干扰的冲积沉积物中，同时出现了硬石工具和已灭绝哺乳动物的残骸，这一伟大发现被英国皇家学会的官方代表团所确证。学会的报告包括这张坑的截面图。这个坑位于索姆河流域的圣阿丘。d 层，位于地面下 5 英尺处，其中有大家竞相追逐的硬石工具和化石。a、b 层中没有有机体残骸，c 层是否有硬石用具的出现还很成问题。在所有这些物质的下面，也就是被检查的地层中最古老的一层中，已证明有古人类和已灭绝动物的存在。（普雷斯特维奇·约瑟夫，1860）

史中占据一席之地。但是，1860 年前夕发生的一些事件需要专门给予强调。当时，几个支派的论点和证据汇合到了一起。考古学、人类古生物学和达尔文主义的转型假说在此时都结合起来，并且似乎都表达同一个信息：人和人类社会可被证明是古老的；人的史前历史很可能要重新写过；人是一种动物，因此可能与其他生物一样，受到相同转化力量的作用。于是，这就为那些不仅将人置于自然之中而且还从人身上抽象出来自超自然力量的全部精神特质的研究者提供了意义重大的论据。对人的本质以及人类历史的意义进行重新评价的时机已经成熟。

## 一种社会性动物及其历史

亚里士多德认为，人，必定是一种社会性的动物。没有了其他人的陪伴，他将意识不到自己独一无二的能力，感到不幸福，并且缺少基本的美德。正是这些特质确定了人这种生物的界限，假如没有了这些特质——与世隔绝的生活就会导致这种情况的发生——真正的人性就无从谈起。这个论点一再为人们所引用，并且贯穿于后来西方关于人类事务组织的大多数思考中——不管是基督教的还是完全世俗的。社会性是否仅为人类所特有？这个问题并不重要，重要的是社会是人类的独有特征这一事实。它本身可以为细致的和专门的分析提供条件，并进一步提示了建立一门独立的社会科学的可能性。法国的社会学家埃米尔·涂尔干（Emile Durkheim，1858—1917）[①]，在 19 世纪最后的几十年里大胆地抓住了这一可能性。然而，他对人类社会状况的热切关注却被好几代观察者超过了，这些观察者主要来自历史学以及道德、政

① 法国实证主义社会学家、法国社会学学派的奠基人，认为劳动分工是社会团结的基础，“集体意志”在社会中具有决定性的作用，主要著作为《论社会分工》、《论自杀》等。——译注

治哲学的领域。

作为历史解释，反映西方文明特点的精确历史含意在本书中已经得到了认可。在约 1650 年之后的 200 年里，人类第一次意识到了现代的思想和行为优于古代，并且明确肯定了这种向前发展的变化实际上是永无止境的。不断进步的思想以其最乐观的形式——获得于 18 世纪末时——曾摆脱了现实的所有束缚。在过去的历史中，人类从无定形社会的狩猎阶段发展到游牧阶段，然后发展到社会稳定的、定居的农业阶段；人类继续进步，接着就发生了工业活动并最终进入了其复杂性出人意料的城市社会。其间伴随着道德和智力的发展，并为社会的演化过程提供了重要动力。自然，只有西方人才到达了这些最高的层次。

这些主题构成了有时被称为普适历史、有时又被称为推测性历史的实质内容。这门学科的主要代言人、法国政治家安妮·罗伯特·雅克·杜尔哥（Anne Robert Jacques Turgot，1727—1781）[①]，在 1751 年这样说道：

> “将人类的进步与其间产生的情感和事件不断地联合，就构成了人类的历史。这个巨大的整体像人一样，有童年和发展阶段，而每一个个体都只不过是它的一部分。因此，普适的历史包括了对人类所发生的连续变化的思考以及对它们产生原因的研究。”

40 年后即 1794 年，孔多塞侯爵（Marquis de Condorcet，1743—1794）[②]反复重申并发展了这个伟大的教导，他极大地抬高了其中的道德进步，他说：“通过不易察觉的逐渐的变化，我们从野兽发展

① 法国经济学家，重农学派主要代表之一，曾任法王路易十六的财政大臣（1774—1776），主要著作为《关于财富的形成和分配的考察》。——译注

② 法国哲学家、数学家，法国大革命时期立法会议中的吉伦特派，主要著作有《人类精神进步历史概观》。——译注

到野蛮人，又从野蛮人发展到欧勒[①]和牛顿。”19 世纪的人们从孔多赛的经典声明《人类精神进步历史概观》(1795)、德国新的形而上学和历史学说以及苏格兰道德哲学家的作品中获得了有关普适历史之要求的许多有益教诲。

普适历史并不强调个体。另外，精确的年代学与对重大历史活动——如人类进化各阶段的性质和顺序——的确认相比，重要性要小一些。特别重要的一点是，普适历史为那些年代不详的人即那些仍在向真正文明的状态发展的人找到了一个合理的位置，人的最初状况由此就成为整个人类进化过程中一个真正的、重要的组成部分。到 1800 年时，大生存链被认为更多的是包括植物、动物和人在内的生物排列顺序的一个暂存过程，而非固定不变的进程序列。从研究人的角度来看，这一过程的普适性不仅使研究者肯定了在该解释方案中，原始人居于不容否定的位置(当然是低等的位置)，也使人想起圣经中关于人类统一性的重要主张。

19 世纪期间，普适历史无疑比圣经阐释、环境论甚至物种变化论者的学说得到了更大的发展，它为人类多样性独特而令人不安的事实提供了一个便易的解释方法。通过这种方法，产生了该世纪最突出的人类学研究的武器——比较法。普适历史通过默认明确地接受关于创世的传统记述并假设所有时代、所有民族的所有人有一个共同的发展顺序，已驾轻就熟地对人类的统一性这一需要和“事实”作出了解释。而那个夸张的假说还解决了人类多样性问题。人与人各不相同，这是因为他们分别处于独一无二的、前进着的进化等级的不同层次上。所有的人都有前进的潜力；有些人这样做了，而有些人则没有；未来的变化当然是可以预见的。

---

① 即莱昂哈德·欧勒(Leonhard Euler，1707—1783)，瑞士数学家，在几何学、微积分、理论流体动力学和数论等方面都有开创性贡献，主要著作有《无穷小分析引论》、《微分学原理》和《积分学原理》。——译注

一位在加拿大法语区传道的、名叫约瑟夫·拉菲托(Joseph Lafitau)的法国耶稣会会士,被认为是最早提出比较法并对它加以充分利用的人。拉菲托曾希望能够更多地了解古希腊和古罗马时代的人,在加拿大的荒野,他找到了帮助他探索的极有效的方法。1724年,他表示:

> "我已清楚地了解到了野蛮人的特征,并对他们的习俗和活动了如指掌。我在这些习俗和活动中寻找最远古时期的痕迹;我曾经仔细地阅读过那些最古老作者的作品,这些作品讨论了他们比较熟悉的各种族的生活方式、法律和习俗;我将这些生活方式一一作了比较,我承认,当这些古代作者使我受到启发而对野蛮人作出一些侥幸猜中之推测的同时,野蛮人的习俗也使我能够更容易地理解以及解释发生在古代作者中的许多事。"

比较法是一个极其简单的手段。承认所有人的发展都有一个共同的过程,我们就可以抓住任何一个特殊的时间段——例如现在期望从分布于世界各地的种族所具有的巨大多样性中找到用来重现描述人类整个历史的材料。更有甚者,现代野蛮人(拉菲托眼中的加拿大人)可被用来帮助重现那些早已了无踪迹的民族的生活方式和思想。贯穿这其中的决定性前提是这些看似千姿百态的人类社会之间真正存在可比性。这一实践极易遭到令人反感的滥用,就像生物学家的重演学说——比较法是它的前身和概念上的明确同盟者——一样。例如,拉菲托用爱斯基摩人的独木舟和小船来解读古代埃及的铭文。这类尝试,有些非常极端,有些则非常谨慎,在整个19世纪被人们无限制地重复,并毫无疑问地使比较法变成现代人类学家所采用的最不光彩的一种方法。

正是在这些比较研究的背景中,人类学的早期目标才得以确定,并发展成为一门科学。这一成就很大程度上归于后达尔文时期所谓的进化人类学家的研究工作。主要的进化人类学家,包括英国

史前学家约翰·卢伯克(John Lubbock, 1834—1913)[①],美国律师路易斯·亨利·摩尔根(Lewis Henry Morgan, 1818—1881)[②],以及进化观点和文化研究出色而重要的倡导者爱德华·泰勒(Edward Tylor, 1832—1917),都认为作为一个社会性存在物的人,创造了人类文明。文明,包括神话、亲缘关系组成和术语、技术和艺术、语言以及道德等许多内容在内的文明,因此是一个历史的产物。处于未开化状态中的人达到的文明程度是最小的,而19世纪工业化欧洲的人则代表了人类文明的最高境界。进化(或历史)过程的绝对连续性将野蛮人、欧洲人及其间所有的中间阶段联系了起来。在考虑到偶然发生的与人类历史发展进程相偏离的情况,以及强调古代文明的手工艺品在现代社会中"幸存物"的同时,进化人类学家一般也都提倡进化以及比较法的正确性和有用性。

然而,关于人类学的功用问题已经产生了。比较法或许可以用来描述过去或现在。一部分研究者,包括拉菲托和摩尔根[后者对易洛魁(Iroquois)和奥吉布瓦(Ojibway)语言习惯的研究(1871)开创了亲缘关系分析这个庞大的学科],他们的目标是要重现过去。他们通过分析人文财富、现代野蛮人的种类以及次要的文明阶段,并将它们按(假设的)历史次序排列,来实现这个目标。但是其他的研究者,尤其是泰勒,则更愿意去理解他自己所处的高度文明的环境。只有历史解释才能提供这种理解。他在1865年说:

---

① 英国银行家、博物学家,在《史前时期》和《文明起源与人的原始状态》两书中创造了"旧石器时代"和"新石器时代"两个术语,著有有关动、植物专著多种,称号(1st)Baron Avebury。——译注

② 美国人种学家和人类学主要创始人,建立亲属关系系统研究和社会进化综合理论,证实美洲印第安人源自亚洲,著有《人类血族和婚姻制度》、《古代社会》等。——译注

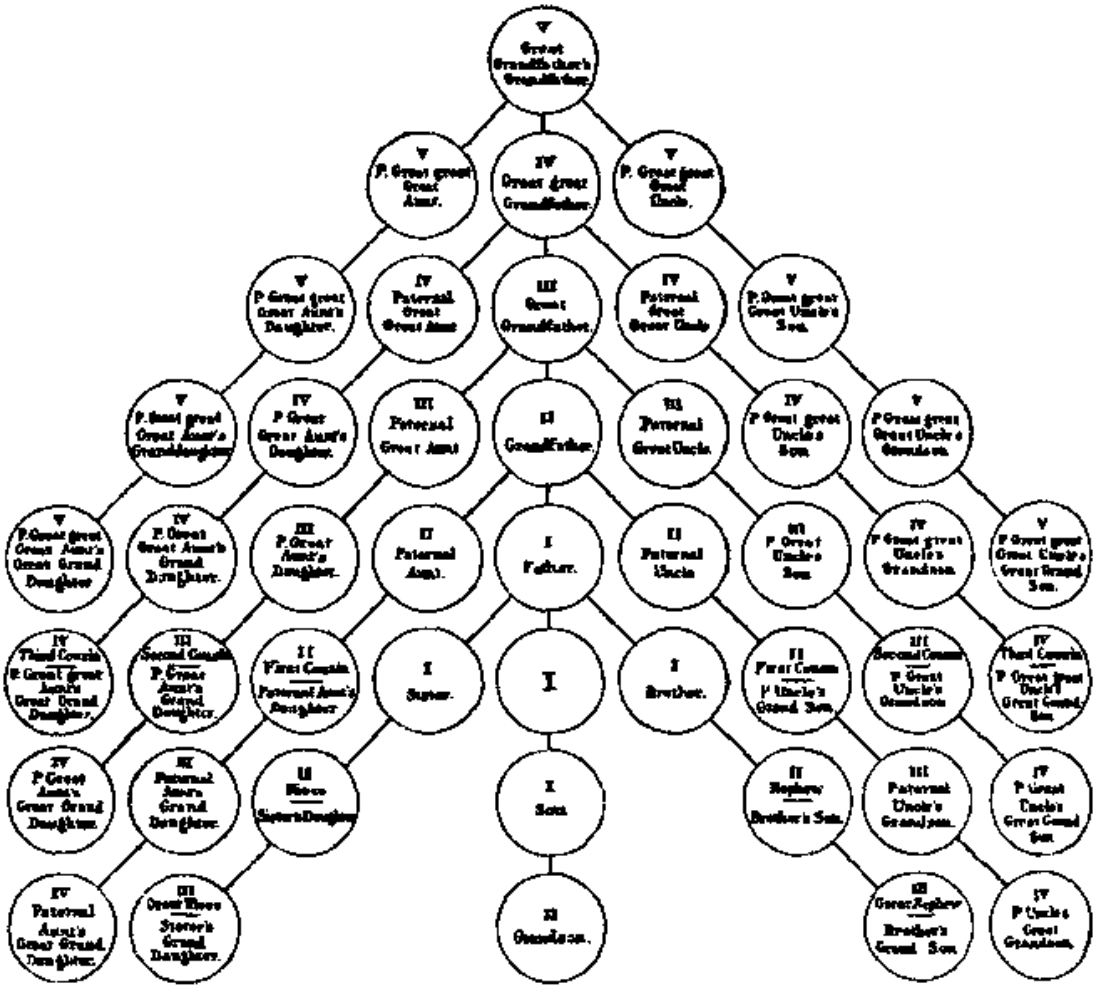
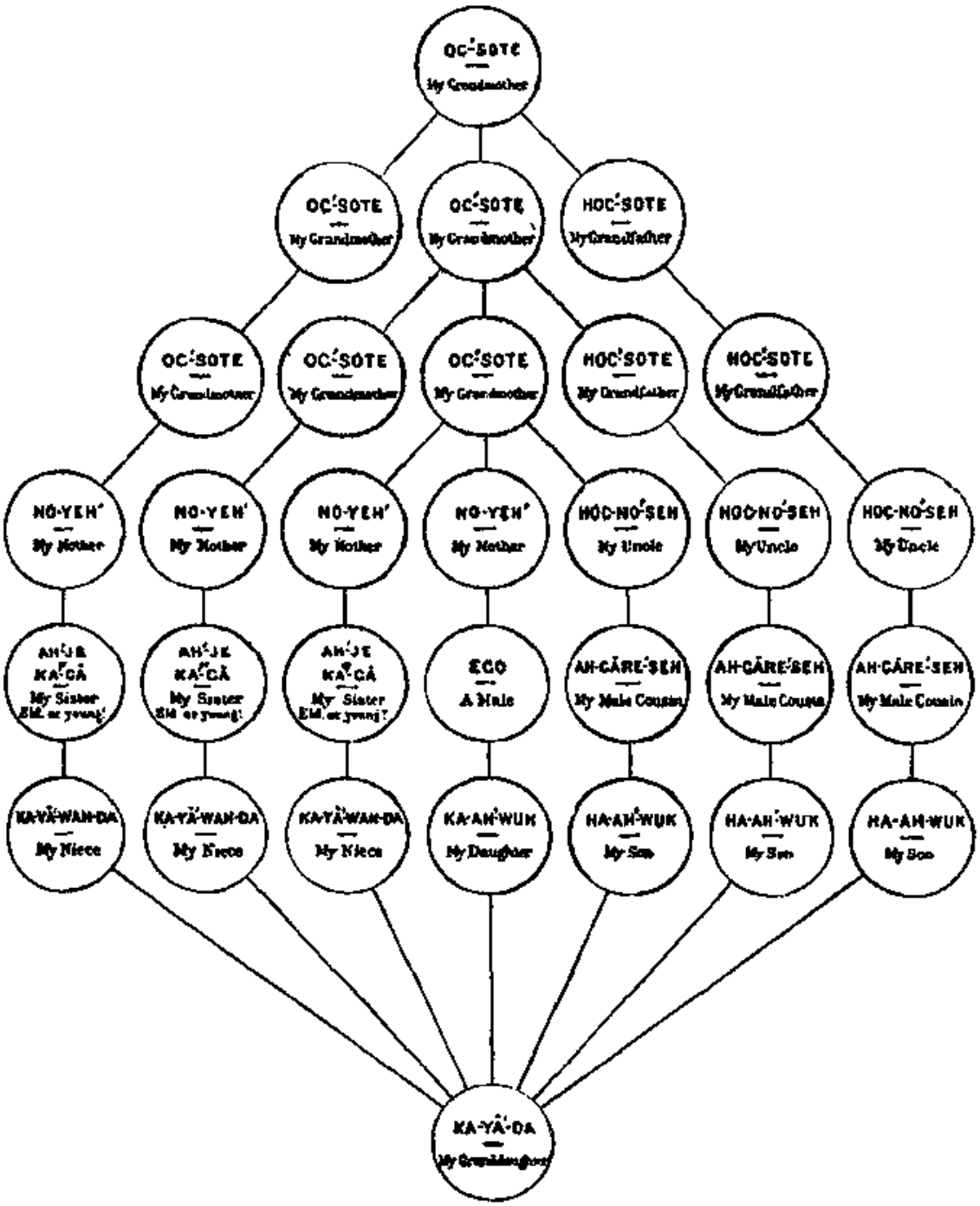


图 5.3 和 5.4　家系分析是现代人类学的一个主要目标，它本身也是研究一个社会基本结构的极好线索。这种分析的一个有价值的方法是积累并将在社会中流通的可代表这些关系的术语制成表格。摩尔根著名的英国系统(图 5.3)和塞讷卡-易洛魁系统(图 5.4)的血缘关系图，以及后者得以产生的极其大量的支持数据，为用语言方法来分析亲缘关系提供了一个重要的历史基点。(路易斯·亨利·摩尔根，1871)


OC'SOTE
My Grandmother
OC'SOTE
My Grandmother
OC'SOTE
My Grandmother
HOC'SOTE
My Grandfather
OC'SOTE
My Grandmother
OC'SOTE
My Grandmother
OC'SOTE
My Grandmother
HOC'SOTE
My Grandfather
HOC'SOTE
My Grandfather
NO-YEH'
My Mother
NO-YEH'
My Mother
NO-YEH'
My Mother
NO-YEH'
My Mother
HOC-NO'SEH
My Uncle
HOC-NO'SEH
My Uncle
HOC-NO'SEH
My Uncle
AH'JE KA'CÀ
My Sister Eld. or young
AH'JE KA'CÀ
My Sister Eld. or young
AH'JE KA'CÀ
My Sister Eld. or young
ECO
A Male
AH-CÀRE'SEH
My Male Cousin
AH-CÀRE'SEH
My Male Cousin
AH-CÀRE'SEH
My Male Cousin
KA-YÀ'WAH-DA
My Niece
KA-YÀ'WAH-DA
My Niece
KA-YÀ'WAH-DA
My Niece
KA-AH'WUK
My Daughter
HA-AH'WUK
My Son
HA-AH'WUK
My Son
HA-AH-WUK
My Son
KA-YÀ'DA

"如果说文明，作为一个长期而复杂的发展过程，只有将它的全部领域都研究了之后才能彻底地理解它，这一点都不过分；如果说过去对现在的解释、整体对部分的解释来说始终都是必要的，这也一点不为过。"

因此，泰勒并没有加入到大规模的历史重现描述工作中去，而是试图抓住并评估人类文明历史中共同及永恒的因素。然而，摩尔根的种种努力却产生了推测性历史的一部重要的不朽著作——《古代社会》(1877)。在该书中，人类进步的各阶段是与社会的物质条件以及技术的精妙紧密相关的。摩尔根的观点对弗里德里希·恩格斯(Friedrich Engels，1820—1895)[①]产生了重大影响，后者的书在马克思辩证唯物主义者中间一直是极受欢迎的。

比较法的这些功用以及它们为19世纪后期人类学思想所确定的大致方向，更多的是代表了不同的倾向，而不仅仅是一种严格的二分法。不管其目标是什么，进化人类学家依据的首要前提是人和文化、社会和其产物的历史特性。当研究者考查原始或未开化的人时，他们的注意力更多地集中于他们所在的社会——他们是其中一个必不可少但不太受人关注的成分——的组成，而不是个体。这似乎是比较法和研究普适历史的强烈愿望的必然结果；正是在普适历史方面，比较法才找到了灵感和理由。19世纪是个人主义的时代，但19世纪的学者和批评家们却越来越多地追求并吹嘘人的社会属性。19世纪90年代，社会科学——社会学——的发展已从呼吁进入初步规划的阶段。

① 德国社会主义哲学家、国际无产阶级的领袖、科学共产主义奠基人之一，马克思的朋友和战友，与马克思合写《共产党宣言》，一起参加国际工人协会(即第一国际)的领导工作(1864)，整理和出版了《资本论》第二、三卷，重要著作有《反杜林论》、《自然辩证法》等。——译注

## 社会的研究者

在奥古斯特·孔德(Auguste Comte，1798—1857)[①]的学说中可以发现自觉社会分析的主要动力。孔德，一位狂热献身于两种相似的理想——社会的秩序和进步，以及复杂的知识系统化——中去的法国社会哲学家，详细地说明了社会分阶段发展的进化顺序，以及一个将社会学(这个术语是由孔德首创的)放在较高地位的科学分类。他的思想和社会三阶段——神学的、形而上学的和实证的(或科学的)——的规则，宣布了人类思想不可避免、不断进步的历史过程。孔德是18世纪将理智武断地抬升至人类特征中至高无上地位的思想的继承者。在实证阶段，理智最后能远离长期存在的、有害的情绪上的和理论上的倾向或信仰。实证主义者是科学的，意味着他思想的清晰和模糊性永远建立在明确的、可感知的参照上。他并不探索事物的本质，而寻求对两个或多个事件之间关系作精确说明。他喜欢用数学方法来研究功能，总是希望能详细说明自然科学或社会科学某个基本现象中的变化是如何引起其相关现象发生变化的。

孔德声称(最系统)的阐述体现在《实证哲学教程》(1830—1842)中，各门科学本身是有等级的。数学这门关于纯粹关系的科学，一直都是实证的；天文学、物理学和化学，也依次变成了实证的。在过去的二三十年里，生物学也获得了科学的力量。伦理学，作为孔德后来非同寻常的人性信仰的基础，被认为是最终的科学；而社会学——对它进行详细阐明的时机已经成熟了——则是仅次于伦理学的科学。这一方案不管孔德关于人类社会本质极度个人

① 法国哲学家，实证主义和社会学创始人，主要著作有《实证哲学教程》、《实证政治体系》等。——译注

的推断价值何在，其结果是将社会研究变成科学中不可分割的一部分。这是信仰的宣告，是一个将要由未来的社会研究者探索的计划的宣告。孔德的目标对19世纪晚期的社会学研究者来说是一个熟悉的问题。然而，尽管实证主义学说十分繁荣，孔德爱畅所欲言但有些不合情理的门徒也很活跃，但他对为独立而名副其实的社会科学形成更清楚的定义和有用方法的殷切希望，到19世纪90年代才在涂尔干的出版物中首次实现。但是，孔德的观点也首次打击了赫伯特·斯宾塞的自尊。斯宾塞曾当过铁路工程师，后来成了一名政治哲学家和形而上学家。斯宾塞在19世纪50年代期间，特别是在1873年至1896年期间发表的社会学论文中，也曾讨论过建立一门新的社会科学所需的基础。虽然在进化的观点以及对科学分类的谨慎态度方面，斯宾塞与孔德是一致的，但斯宾塞认为自己的体系完全没有受法国哲学家的学说的影响。斯宾塞的说法可能大体上是符合实情的，但他毕生都对认为他的观点是从他的前辈衍生而来的指责极其敏感[孔德本人也十分恼火地否认自己从其老师亨利·德·圣西蒙(Henri de Saint-Simon)受到了恩惠]。

斯宾塞(1820—1903)是维多利亚时期最受欢迎的哲学家和最多产的形而上学家。他的独特癖性与他过于华丽的哲学体系——综合哲学——的持久专一性一样地奇特。就像孔德的实证哲学，斯宾塞的体系也用高度的演绎法推理，并试图包括人类的全部历史。同样也与孔德一样，斯宾塞试图使社会学在各门科学中恰当而牢固地确立自己的位置。这两种学说之间的相似性，通常被认为是后来定义社会科学中各学科范围和方法的意识形态上的基本点，但它们并不能消除这两种学说之间的一些基本不同。孔德和斯宾塞都是进化论者，都十分注意人类社会的历史转化，但他们的进化理论却根本不同。孔德提倡严格而无分枝的上升的等级，而斯宾塞，虽然在精神上也提倡进步论，却强调进化产物无限的多样化。当然，两种学说的结论完全不同。在关于社会学在各门科学中的确切位置，

以及这门新学科如何对它的那些科学性没那么强的伙伴加以利用等问题上，他们也同样存在极大的分歧。

虽然社会学建立在越来越注重实证的各门科学的逻辑次序基础上，但孔德认为，它必须确定自己的研究兴趣和方法。所有的科学最终都是由它们的主题内容确定的，也就是说，由它们所探讨的现象确定的，而对社会学来说，这个主题则必须是人类社会。因此，我们不能将社会学建立在生物学之上，因为生物学所感兴趣的是将人看作一动物来加以研究。斯宾塞却不这样认为。在他看来，科学是一个整体。生物学的内容对社会学的任何思考都是极其重要的。孔德对理智或思想作为进化过程的动力——以三阶段规划为例证——的狭隘理解，错误地消除了斯宾塞认为在任何有效的形而上学体系中都存在的基本元素（物质和运动）。从哲学上讲，斯宾塞的整个体系是现实的，而不像孔德或后来的涂尔干那么理想主义。

斯宾塞将生物学完全整合到他的哲学体系中去，并建议对这门科学（以及心理学）的了解是解决社会问题的必要准备。生物学的重要性在于它“为社会单位——人——提供了足够的理论。”斯宾塞接着说（1873）：

> “因为生物学和社会学不仅通过存在于它们所研究现象之间的某种平行性而间接地相联系，而且，由于生物学范围内的这种生物特性启动了社会的进化，使得生物学直接与社会学联系了起来。而人类则同时成为生物学的终极问题和社会学的最初要素。”

人的“特性”“启动了社会的进化”——这一表述显明了斯宾塞关于个人、社会结构和进化过程的观念，并进而表明了生物学的重要性。人和社会在宇宙的进化过程中占有一席之地。斯宾塞宣称，这一过程不可阻挡地从同质向异质变化，也就是说，从一个无定形的、完全未分化的基本物质变为有形的、逐渐复杂的实体。所有进

化变化——这种变化是宇宙最重要的特征——的本质都是持续不断向前发展着的分化。这个过程从无机世界开始，经过生命的低级形式，一直到高等动物和人。这个相同的进化过程也将指导社会机体的演化。斯宾塞随心所欲地引用古代社会机体的比喻，在这一点上他丝毫不逊色于孔德和19世纪的大多数社会理论家。根据该比喻，社会像植物或动物一样，是一个动态的整体，不管它的起源如何，其功能的整合都是通过其中所有的部分和过程间以及与自然界中的生物之间巧妙的配合来维持的。在正常或健康的条件下，机体——不管是植物、动物还是社会——就这样保持了自己的个性，并利用这些形态和功能获得繁荣。

斯宾塞的进化社会哲学后来给人以一种达尔文主义的假象，并成为与那个学说同时代的东西。但实际上，它的纲要在19世纪50年代就已提出，当时斯宾塞对达尔文日趋成熟但尚未发表的假说并不了解，而且学说的核心内容即作为社会行为或行为节制之基础的社会分析也保持着自己的独立性。斯宾塞的目标隐藏在所有形而上学和科学之后，这与孔德及后来的涂尔干有所不同。人们不仅仅以完全客观的态度解剖社会；他们研究社会，是为了给处理人类交往过程中的日常事务——属于广义的政治领域——奠定明智、有效的基础。孔德在他的人性信仰中提出了一个明确的观点，认为需要一个理想的社会。斯宾塞则利用自己对社会的分析，来描述社会中发生任意或突然的大规模变化所固有的危险。因此斯宾塞的社会变化的概念是进化的，而不是革新的，并成为保守政治哲学的一部分。

支配社会现象的研究者斯宾塞思想的是个体。从政治上讲，这使过于热切的社会改革家能够为盛行的自由放任经济学思想作辩护，并意识到了进化学说“对思想和行为所起到的同样的稳定作用”。而从社会分析方面上讲，它则暗示了斯宾塞社会学抱负中真正传统的特质。他并不认为社会是一个独特的对象，具有独特的属

性并要求用特殊的新方法来研究它；相反，社会是许多组成元素的一个集合，一个实际上机械组成的集合。这些元素就是个体——在无机集合中是原子和分子，在植物和动物中是细胞，在人类社会中则是个体的人。斯宾塞坚持认为：

> "在每一个群落中，都有一组现象是从其成员所表现出来的现象中自然产生出来的，这些成员是一系列的特征单元……然后，在基本原理的作用下，这些单元的特质决定了集合体的特质，于是我们认为一定存在一门表达这两者关系的社会科学。"

正如炮弹的球面部分会限制它们堆起来时的形状，或砖块的性质决定着墙的高度和强度一样，社会的单元——人——才是建立社会科学最重要的基础。在斯宾塞看来，人类社会恰恰就是形成它的那些组合。它的特殊性存在于该集合体的复杂性中，它的重要性也来自于其不可再减小的元素——作为个体的人。

在斯宾塞的体系中，社会的聚合性或者团结一致性比现实中的明显得多，并且显然没有基本需要。对涂尔干来说，社会的团结一致性既是一个基本的事实，又是所有社会分析和行为的检验标准。埃米尔·涂尔干(1858—1917)曾受过哲学的训练，但 1880 年之后，就全身心地投入到建立及推进一门独立的社会科学的工作中去。这给他带来了巨大的荣誉；通过他的学生、他个人的研究及其关于社会学方法的出版物，到 1900 年时涂尔干已成为其学科中最突出的人物。他的学说已经传出了他的出生地法国，而且不仅显示出与分析"高等的"或工业化的西方社会形式的关系，还显示了它与考查"原始的"或工业化以前的非西方民族的结构的相关性。涂尔干的观点是现代社会学和社会人类学的基础。

涂尔干追随的显然是孔德的观点，他认为"社会事实"有它们自己的现实性。这些事实——道德和法律的要求，宗教教义，经济和语言的体系，以及其他众多的内容——存在于个体之外且并不依赖

于个体。它们在大多数社会中都是相同的，通过举例、警告以及正规的教育传达到个人，并在所有的时期都作为一种约束作用于个体。社会事实是社会学家所关心的现象，而这现象必须决定该科学的目标和过程。

涂尔干声称不愿与他认为存在于社会科学中的“空想”发生任何交流。孔德的错误在于将社会分析死板地构建于个人想象中的进化等级之上，该进化等级的顶端是期望将要来临的博爱的世界。而斯宾塞的瑕玷在于盲目的个人主义，涂尔干认为，这一信仰使建立独立的社会科学毫无可能。此外，孔德和斯宾塞还有一个共同的缺点：他们都用历史解释来代替因果分析。这与涂尔干认识论立场的核心内容以及随后产生的对社会科学的责任和前景的观点相抵触。

涂尔干发人深省地指出，科学家们已经将因果关系的逻辑作为他们方法的一部分了；他有些嘲讽地说，只有哲学家还认为怀疑因果律是合适的。在涂尔干看来，因果律只是表达了一种始终如一的联系或连接。因果科学，就像孔德用更为实证主义的语气所宣称的那样，只是一种关系的科学。它与年代顺序无关。历史的各个阶段只不过一个接一个地出现，而并非“一个使另一个产生”。转而研究历史的科学家并不是科学家，因为仅仅掌握它们在时间上的排列次序，并不能发现促使这一过程发生的动力。像生理学家克劳德·贝尔纳——他的观点极大地影响了涂尔干对社会机体的研究——一样，涂尔干故意回避对存在物或过程本质的探索，以便能够在严格控制的条件下更好地将社会结构和行为中的现象——这是我们惟一的知识——联系起来。在这个意义上，涂尔干是一个脱离实际的实证主义者，这方面他一点也不比贝尔纳和19世纪末其他无数的思想家们逊色。

他的结论确实是突破性的。涂尔干刻意摈弃了对历史的呼吁，这曾束缚了几代人对西方社会思想的探索和总结。历史的解释显

然根本就不是解释。它在哲学上是无效的，对自我批判的人来说，也必定是无法让人满意的。孔德所坚持的庞大、进步的历史方案，以及斯宾塞关于建立在个体可塑性基础之上、持续多样化的进化过程所明确表达的观点，都只是过时的成见。涂尔干思想的主要内容则完全不受时间的影响，或者说完全是现代主义的，并且这种非历史的倾向给后来几代社会学家留下了不可磨灭的深远影响。

涂尔干也非常不赞同将生物学与社会学相结合。斯宾塞要求先了解生物学的做法毫无意义。斯宾塞曾认为：

> 假如对人类本质没有一些了解，就不可能理解社会行为；假如不了解一些思维法则，就不可能对人类本质有很深的了解；假如没有生命法则的知识，就不可能对思维法则有足够的了解。而存在于人类中的生命法则的知识是可以被正确掌握的——只要对总的生命法则给以足够的重视。

涂尔干不仅对总的生命法则不感兴趣，他还宣称思维法则或（个体的）心理学与社会分析根本没关系。通过苏格兰的道德主义者，以及由孔德和斯宾塞发扬光大的法国启蒙运动的社会哲学家，社会分析的重要术语被建立在严格意义上的心理学信念之上，其中最显著的是人类的精神完整。19 世纪的社会哲学家使这种思想充满了来自生物学的建议，尤其是那些与脑和神经系统中思维的物质基础有关的建议。正是由于这些进展，斯宾塞的观点才获得了力量。但涂尔干及其支持者却要坚持社会科学的独立性。自然界有许多事实可被证明是社会性的，因此需要一门新科学。这门科学是用来处理这些事实的，它并不需要利用那些为心理学或生物学设计的并只能适用于其中之一的原理或方法。

涂尔干在其文笔犀利的《社会学方法的原则》一书中充分表达了他的理论姿态。然而，他还不仅仅是理论家。他开展了许多费力并可作典范的社会分析，其中最显著的是关于将社会成员联结成一

个整体的道德和法律规范，以及关于各种各样的自杀发生率及其社会意义的研究。他的研究显示了社会分析新工具（统计学）的威力，并充满了新的概念（尤其是社会道德沦丧的思想，这是由社会正常准则的削弱或混淆引起的社会次序的危机状态）。涂尔干在其晚期改变方向，转而研究社会的"集体意识"以及宗教实践和信仰的形式。

涂尔干通过他自己及其门徒的影响，很快对社会学产生了影响。相当重要的一点是，这种影响还促使爱探索的学生投身于社会现象的考查中。社会学家开始获得并评估直接从对社会的参与、观察和调查中得到的数据。人类学家，从不那么精确的定义上讲就是研究原始状态下的人类的学者。长久以来，他们一直只能从旅行者的出版物和并不全面的报道中获得信息。到世纪之交的时候，他们也开始进行认真的野外研究工作了。涂尔干对人类学的影响直到20世纪20年代才得到广泛的认识。这是伟大的现代三人小组倡导的结果，这三个人就是：马塞尔·莫斯（Marcel Mauss），涂尔干的侄子，一位能干的人类学家和社会学家；阿尔弗雷德·拉德克利夫-布朗（Alfred Radcliffe-Brown），社会人类学英国学派的理论家和先驱；布罗尼斯瓦夫·马利诺夫斯基（Bronislaw Malinowski），在他著名的《西太平洋的淘金者》中，生动地描绘了理想的典范，并为人类学中系统的野外工作树立了很高的标准。

## 人类

19世纪快速发展起来的关于人类的研究的最突出特征就是人们普遍认为人类也会或必定会很快成为科学研究的一个适当的对象。科学正伸手去抓住这个最高境界的创造物。通过科学，它那些令人羡慕的特质——永远建立在事实之上的知识，对现象进行实验性的控制，以及可能具有预言能力的、符合逻辑的、缜密的系统化

——就可从无机王国延伸到植物和动物，最终到人和人类社会。

但这个明显而普通的结论遮掩了也许更重要的人科学的多样化。只有言论的自由，才允许人们甚至可以随便地论及一门“人的科学”。而在现实生活中，被仔细记录下来的其实是人的多重方面。人们根据自己的角度和主要的兴趣，从中选择符合自己分析需要的那些方面。当然，在基督教传统中，仔细考较时，人的面目是模糊不清的。他的本质存在是精神方面的，而且实际上他是道德科学研究的全部内容。17 和 18 世纪期间，由于重新注意到了人的体质特性及其历史上明显的祖先，他与动物界其他成员的关系已无法否认。人是一种动物的观点与西方其他非生物学的重要思潮相结合，导致了 19 世纪期间人们对仍然流行着的基督教关于人类本质、历史和社会观念产生了严重的、普遍的信任危机。从这段时期体质人类学、人类古生物学和史前考古学的定义中可以看到这一新精神的具体表现。

观察人的另一个角度是他的社会性。人作为一个社会性存在物的这一与众不同的特质，在古希腊思想中就得到了强调，并继续影响着西方关于人类本质的所有严肃思考。对历史悠久的人类来说，人类社会的连贯性不仅是一个事实，而且还具有因果意义。历史，作为种族和文明的精神顺序，以及作为确保各世代不仅仅是一个接一个发生，而且实际上还是一个促使另一个产生的必不可少的动力，具有重大的意义。历史解释为普适历史以及比较法的阐述与补充提供了理论基础。伴随着对生物学及其明显要求极大的（斯宾塞）或较小的（孔德）热爱，19 世纪时，各股分散的研究力量集中了起来，并宣告创立一门真正的社会科学已具可能性和必要性。涂尔干使人们相信这一崇高的志向并不是无价值的。他使人们的科学兴趣转向了现代社会，并在很大程度上剔除了研究历史内容的社会学和人学。他提供的方法论，赋予了社会研究以真正的、吸引人的实用性。社会科学的巨大成功在 20 世纪得到了证实。

# 第六章
# 功能:动物机器

生理学在 19 世纪期间发生了惊人的多样化。它研究的主题扩大了,它的目标也发生了改变。对细胞过程日渐有效的分析,以及要求将所有细胞过程放到更基础的科学——尤其是物理和化学——中加以研究的众多呼吁,越来越多地与器官和器官系统功能的传统研究联系了起来。在每一个层次的研究中,生理学家都可以研究并有希望解释这些极其复杂的、数目众多的生命现象——为了简单起见,这些生命现象的总效应被称为生命。例如,生理学家可以探索肝脏的活动,于是发现制造动物淀粉(糖原)是它的功能之一。研究者可以就此打住,并理所当然地宣称这是生理活动在器官方面的一个极其重要的表现。然而,这个结论并不能使所有的生理学家感到满意。为了得到关于糖原形成过程更专门的知识,这些人试图进一步确定这一过程如何产生,并通过延伸研究,确定该器官中所有类似的生理过程的起源。随着细胞理论的产生,他们的抱负有了一个理论基础;1870 年以前的生理学研究的主要是细胞过程,以及它们是如何和谐地整合在一起从而产生一个完整的生物体的。但是似乎已经有了一个更深层次的解决方案:常规的物理-化学或机械过程被认为为细胞和器官层面的现象都提供了一个基本的、甚至

无法再减小的基础。在那些热烈支持这一观点的人看来,生命过程的独特性只是表面现象而已,很大程度上是由于生理学家愚蠢的无知造成的。幸运的是,那些被认为可以结束这种无知的机械论信仰垂手可得;不幸的是,他们的希望长久以来似乎一直比他们的实际成就响亮得多。

在19世纪生理学的诸多研究兴趣中,一系列问题引起了人们的特别关注。概括地说,这些问题涉及呼吸的各个过程以及消化和分泌的各个重要方面。呼吸具有为生物生存提供能量的重要功能。它包括气体的转换和产生,最重要的是,它还包括以生物体能使用的形式将热和能量释放出来。动物热量的持续产生,自古以来一直是人们思考和研究的对象;而"空气"(在18世纪中期以前,人们都认为它在自然界中是均质的)以某种神秘的方式成为生命必不可少的东西,这也是自古以来就有的信念。然而,19世纪期间,呼吸过程——包括生物热量产生问题——总体的物理和化学关系被认为非常符合能量守恒原理,该原理本身也是那个时代的一个重大成果。这些事件证明了,生物,不管它可能是别的什么东西,也不管它会被称为什么,都是物质宇宙不可分割的一部分。它的存在以及可被观察到的反应——运动,电和化学现象,或许还有有意识的行为——都依赖于能量的提供。这个新观点的建立是生理科学研究最伟大的成就之一,并成为本章开始部分讨论的主题。

生物体是一个名副其实的热能发动机,要下这个结论显然需要许多建立在物理、化学方法之上的调查研究。许多生理学家认为诸如此类的研究所取得的成功证明了人类多次呼唤并长期坚持的观点,即,生物体就是主要的物理科学解释性概念所可能要求的东西。于是,生命被认为仅仅是物质和运动的产物,或者说是使宇宙有生气的基本力量发挥作用的产物,激进的唯物主义者、机械论者或还原论者(这些词并不同义,但假如只是笼统地提及它们,那么所引起的麻烦会比所解决的问题多)都坚持这一观点。但其他的人

则认为虽然生命过程可以用物理学或化学原理加以探索、描述和讨论，但人们并不能从中获得关于生命本质、生物体性质及其各种功能的意义的有用知识。还有一些人则声称，生物体通过其自发行为以及在实验性检查之前所表现出的令人惊愕的顽固特性，它表现出一些与物理王国不同的、为生物所独有的力量。在 19 世纪生理学发展的每一个阶段，都有诸如此类关于生命和生命过程究竟是什么的诠释。它们针对生理学的方法提出了许多重要的问题，从而使人们与哲学和流行思想的有关发展比较一致。生理学的解释以及相关问题将在本章的较后部分进行考查。

## 动物机器

到 17 世纪末，关于机器的两个明显不同却又相互依赖的含义进入了英语的惯用法中。一方面，机器是用来完成某项特殊工作的机械装置，不管它是简单的还是复杂的。另一方面，机器是指一个相互关联的各部分的组合，这一组合机械地完成它们预定的操作，也就是说，在此过程中没有偶然的干预或仅通过自觉或不自觉的行为来维持调控。对生命机体来说，机器的首要意义必须在该术语的多种解释所限制的范围内才有意义。从这个定义出发，不可再缩小的生命力量的问题才能得到最好的观察，能量的平衡（正像物理学家所定义的那样）和维持生命所必须的力才能得到考虑。当然，机器的第二个定义是以否认心理学层面的作用，或从更普遍的意义上讲，以否认生物理学层面的作用为本的。正是机器的这种定义以其激进的形式重新燃起了是否真的存在动物机器的长期争论。围绕着这一争论以及作为其最初的部分假设的，是诸如动物和人之间的关系以及人本身的正确定义等重要问题。

勒内·笛卡儿（René Descartes，1596—1650）[①]的作品（《论人类》，1664；《灵魂的激情》，1649）是现代时期中这一争论的发端。他坚持认为动物是一个自动控制装置，缺少知觉和自我意识。然而，人被赋予了灵魂，它不仅在这些功能之间起媒介作用，还将人与他的创造者联系了起来——正如基督教的传统所要求的那样。阐明身体（或机器）与灵魂间关系的确切本质，给许多信奉笛卡儿主义的形而上学家提供了发人深思的材料。然而，并不是所有哲学家和生理学家都能接受笛卡儿严格的二元论。在他们所提出的批评和解决办法之中，有真正严格的生物体机制的概念，在这个机制中，动物的功能（运动、生长、繁殖）以及所有智力的功能，包括从自觉到不自觉的全部的道德和心理行为，都不可分割地联系在一起，并出于解释的原因，被还原成存在的一个最基本要素——物质。但物质本身有各种各样的定义。例如，有人很有可能会认为“物质”并不像传统的原子论所想像的那样，是坚硬的、不可穿透的、无感觉的以及惰性的颗粒，而是应该在它的定义中表现出许多特性，主要包括行动的能力和敏感性，这就使它能与“生命”的显著现象——自觉和不自觉的行为——确实离得很近了。这就是18世纪法国直率的生理学唯物主义者的实践活动。虽然他们的唯物主义有时接近泛灵论，从而看上去像是从另一个方向重新引入了永恒的灵魂问题，但通常他们仅仅是为了将灵魂及其可能的属性从严肃的生理学论著中排除出去。随着灵魂被暂时搁置一边（或者被一些极端主义者彻底否认），研究动物以及更为重要的人的功能的学者就可以继续从事对有生命机器更深入的分析了。

一位名叫朱利安·奥弗雷·德·拉·梅特里（Julien Offray de la Met-

① 法国哲学家、自然科学家、解析几何学的奠基人，提出“我思故我在”，其哲学基础是灵魂和肉体、“思维”实体和“广延”实体的二元论，主要著作有《几何学》、《方法谈》、《哲学原理》等。——译注

trie)(《人是一种机器》,1749)的法国哲学家和医师,使公众注意到生物体机制和更大的哲学唯物主义观念之间的必然联系,即使到了新世纪,这仍然是很易引起争论的、广为流传的观点。然而,它是注定要在形而上学和神学基础上受到强烈质疑的,因为 19 世纪在宗教信仰方面是有根深蒂固的唯灵论、在形而上学方面是有系统的唯心论的时代。在这样一个时代的最初几十年里,生物体尤其是人的机械唯物主义观念所吸引的更多的是滥用者,而不是追随者。许多生理学家都发现这个观念确实很令人讨厌,而其他的人则感到它对生命过程的研究没有明显的价值和可应用性。但是,由于许多至今仍没有充分探讨过的原因,到 1840 年,人们在生理学研究中被迫再次运用机械论的设想。物理学家和化学家的实验活动成为大家极感兴趣的对象。这些科学,尤其是机械论和电动力学的解释性概念是否能被证明也适用于生理学现象?对这一问题的思考又重新开始了。历史学家最近盛赞 19 世纪 40 年代期间活跃于柏林的一小组异常杰出的生理学家,认为他们在这些发展中起着决定性作用。这个团体,作为预言家、改革者以及先进的新生理科学的传播者,抓住了那些后知后觉者的注意力,但也提出了许多难题。无论如何,这个柏林团体(所谓的生理学"还原论者")已提出了一种将有生命机体当作一种机器来看待的全新观念。

这种观念提出时恰逢与能量守恒学说得以建立,并受到后者的促进。到 1847 年,该学说中形形色色的元素已由赫尔曼·冯·亥姆霍兹(Hermann von Helmholz, 1821—1894)[①]、詹姆斯·焦耳(James Joulo, 1818—1889)[②]以及其他一些各不相同的学者加以阐明和系统化,而且守恒过程中的具体数量关系也得到了考虑。这些过程在

① 德国物理学家、生理学家,论证并发展了能量守恒和转换定律,对生理学、光学、数学、气象学、电动力学等均有重要贡献。——译注

② 英国物理学家,为能量守恒和转换定律奠定基础。——译注

19 世纪期间越来越明白。蒸汽发动机每天都在证明热能向机械能的转换。由新发明的伏打电堆中的化学反应产生的电流，导致热和光的产生。同样是这电，如果操纵合适，就会导致化学分解。电力与磁力的相互转换被证明就像机械力与磁力的相互转换一样。这些现象强烈地提示人们，大多数、也许全部的物理过程都是可以彼此转换的。有证据指出这种转换有一个共同的基础，并且许多人都推测这种基础（能量）可能可以用精确的数字值来表达。细心的工程师对热引擎效率以及重要的焦耳实验的分析，可以从动力学的数学分析中获得。焦耳被用来描述热能的机械能等价值，当时正处于不断的优化之中。这样，相互作用的物理过程就可以用所产生变化中的能量关系来精确地加以描述。等量的能量永远可以产生等量的电或热或化学的变化。

能量守恒学说的创造者之一，朱利叶斯·罗伯特·迈耶（Julius Robert Mayer，1814—1878）[①]，曾受过医学训练，是一位开业医生。他非常明确地思考过该学说对我们理解生命过程的意义。迈耶的观点很少有人知道，但它却独到地说明了能量学说对生理学的潜在贡献。迈耶提醒道，物理学显示了热能和机械能之间明确的、稳定的等价性。化学燃烧是热能的一种来源，于是化学变化的能量值就进入到这种关系中。现在，生物体也同样是热能和运动的来源，而这些现象的基础，迈耶声称，必须在生命基本的化学过程中去发现；这基本的化学过程就是氧化，这是生物能量的最终来源。“在生命体内”，他写道（约 1852 年）：

> “碳和氢被氧化，于是产生热能和运动能。将热能和机械能之间的等价性直接运用到生理学中，就能证明氧化过程是生物能够进行机械活动的物质条件，同时也能用数字来表示能量消耗与生

① 德国医生、物理学家，研究动物的热和功，首次提出能量守恒定律（机械功和热的等值性），并计算出热的机械当量（1842）。——译注

理活动之间的关系。”

迈耶并没将愿望与具体的成果混淆起来。当然，热能和机械能的等价性是这之后“自然界的事情中使生理学的科学性升级的基础”，但这门新的生理学将在未来出现。它将慢慢地来临；它还需要对生理学研究的其他模式进行补充，然后才有可能取代它们。不管迈耶产生了什么影响，但他确实明确指明了 19 世纪末呼吸生理学的伟大目标。动物的热能已经被证明是缓慢燃烧的产物。净热产物，其中包括身体的、化学电或其他性质的所有运动所等价的热能，用来作为测量生物体所转化能量的最终标准。19 世纪 50 年代，人们开始了辛勤的实验研究，来证明生物的作为确实与能量守恒原理完全相符；但直到该世纪末才获得了证实。在生物与其外部世界——这个世界是生物能量供应的来源和排放处——之间可测量的关系中，前者是一个能量转换装置，而且并不比那些利用机械学和热动力学原理做成的机器逊色。尽管这台动物机器最基本的结构仍然很模糊，对它一些重要的化学中间过程的性质的了解也很少，但这一说法却是合理的。

## 燃烧、呼吸和生命

现代生理学家认为，生命依赖于能量有规则的、缓慢的释放，而这种能量则来自于对已消化食物的氧化。这种能量为发生在体内的化学反应——包括合成反应——提供了合适的温度，并引起身体的运动、神经的电行为和腺体的分泌活动。这种依赖性——通常作为一种因果联系——的确定，是 19 世纪呼吸生理学的成就。其实古代时人们就已经意识到了热与生命之间一贯的联系性，这一点对现代最不开化的人来说，可能也不会不知道。这生命的热可被认为是生物连续的产物，或被认为是与生俱来的，它最多以某种完全不确定的方式需要身体外“空气”的支持。后者是古代

的说法，但在18世纪仍然流行——以相关的但已发生变化且更有启发性的习语出现。因此，需要作出解释的这一重要事实在古代或现代确实是相同的。18世纪稍晚时期的生理学家爱德华·里格比（Edward Rigby）这样写道：

> “显然，有很大一部分热能必定一直在从体内逸出，当然，这一损失必须要求体内不断地产生相当数量的热能，以维持它们之间恰当的比例。”

里格比强调生物热能的产生，认为这并不是生物天生就有的特性，并为此提出了一个非常怪诞的解释（食物的发酵分解以及机械磨擦）。然而，关于动物（和植物）热能的产生，已经有人提出了一个新的观点，而且它的中心思想——假如不是它的细节的话——促使了整个现代呼吸和普通生理学的产生。

安托万·拉瓦锡（Antoine Lavoisier，1743—1794）[①]在1777年第一次概述了他的呼吸生理学理论。利用新建立的气体化学和关于燃烧中氧所起作用问题的最新研究，拉瓦锡这位18世纪化学改革中的领袖人物，证明生物体以与燃烧体完全相同的方式分解以及重组大气层中的空气。那就是，每个活性媒介从空气中获取氧并用它产生二氧化碳，这两个过程没有一个要用到大量存在于大气中的氮。这一发现受到了其他学者的支持，它显示在呼吸和燃烧之间有一种比最初的预期还要“亲密的关系”。

拉瓦锡在与皮埃尔·西蒙·德·拉普拉斯（Pierre Simon de Laplace，1749—1827）[②]合作进一步探讨这一关系时，引人了对生理学研究

---

① 法国化学家，现代化学奠基人，开创定理有机分析，证明氧在物质燃烧和生物呼吸中的作用（1772—1777），据以驳斥燃素学说，曾任包税商等职，在雅各宾专政时期被斩首。——译注

② 法国天文学家、数学家、物理学家，研究概率论、天体力学、势函数理论、毛细现象理论等，提出太阳系起源的星云假说（1796）。——译注

非常重要的一种仪器——冰量热器。这个装置利用冰融化的数量来估测在一固定时段内，每产生一单位的二氧化碳将产生多少热能。结果显示，从燃烧的火苗获得的数据与从实验动物（豚鼠）获得的数据在很大程度上是一致的。实验上和概念上存在的问题还很多，而且对测量方法也有许多疑问。但无论如何，这些数据证明了一个基本观点：在热能产生方面，火和生命的的方式是相似的，并且很可能是相同的，两者的基础都是燃烧（氧化）过程中热量的常规释放。这令拉瓦锡感到满足。“因此，”他写道（1780）：

> “呼吸作用是一种燃烧。这一过程非常缓慢，但它却与碳的燃烧极其相似。它发生在肺中……这一燃烧所产生的热量被传递给血液，血液经过肺，并从那儿被分配到全身各处。因此，我们呼吸的空气对我们的自我维持有两种同样必需的功能：它将气体化合物中的基本成分（碳）从血液中移去，这种物质的富集是非常有害的；碳与氧在肺中结合所释放出的热量则补偿了不断从身体丢失的热量。”

拉瓦锡后来的研究进一步肯定并扩展了这一基本的相似性。

1794年，法国革命将拉瓦锡处以死刑，他的生理学研究生涯因而突然中断，但他建立的范例和结论继续存在。一方面，拉瓦锡的方法——他与其说是这一方法惟一的代表，不如说是它的标志——大大加固了那些试图将化学和物理有效地应用到生理学以至整个生物学中去的人的梦想。例如，晚一代的杰出实验者克劳德·贝尔纳，可以很高兴地在1878年断言：

> “拉瓦锡原理的本质在于肯定了并不存在两种化学或物理学，一种适用于生物，而另一种则适用于无生命个体。相反，对所有物质来说，不管它们以怎样的形式存在，都有普遍的规律适用于它们，并且这些规律不允许有例外。

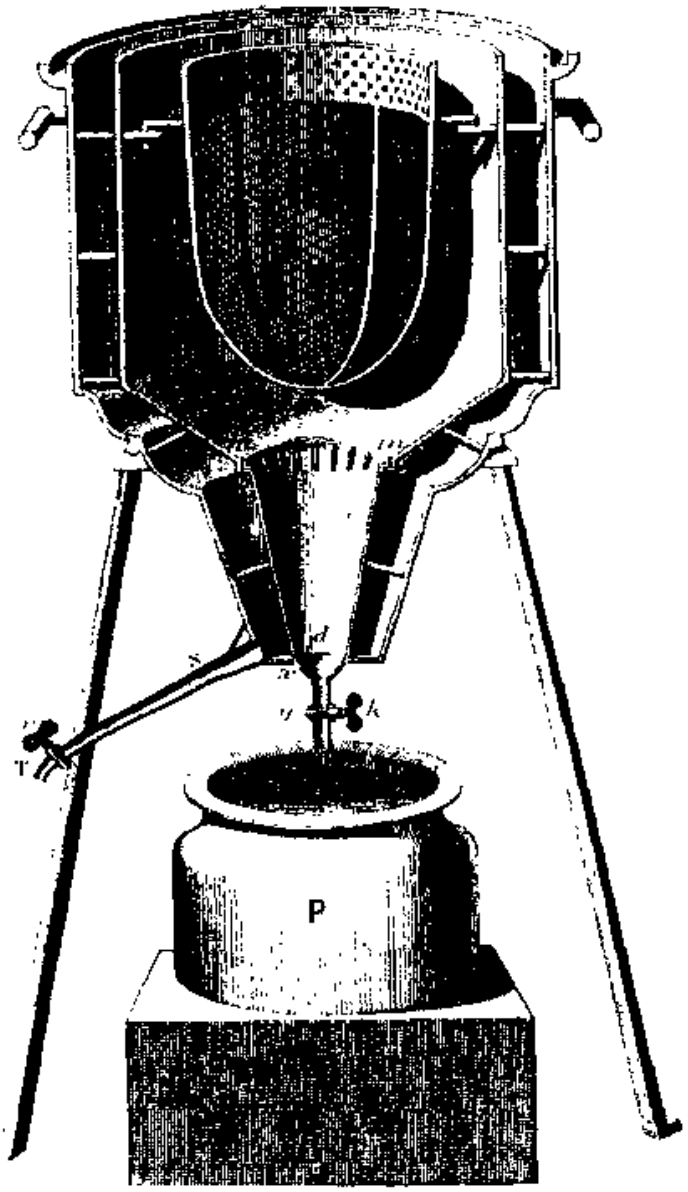



图 6.1　在冰量热器中，冰充满了内外两层固体墙之间以及内墙与最里面的实验篮之间的空间中。实验动物被放在实验篮中，然后整个仪器被密封，并使它尽可能地与环境达到热平衡。动物产生的热将里层的冰融化成水，该水被收集在容器 P 中。这些融化了的水标示着生物产热的能力，这使得冰量热器成为早期研究呼吸之化学、物理学基础必不可少的工具。（安托万·拉瓦锡和皮埃尔·西蒙·德·拉普拉斯，1783[1862]）

另一方面，拉瓦锡的研究实际上确定了呼吸生理学所面临的任务。他的工作为19世纪期间这门科学的全方位研究提供了一个共同的参考点。拉瓦锡声称动物热能是化学燃烧的产物；这一说法必须加以进一步探索，并作严格的证实或否定。拉瓦锡关于这一燃烧过程发生在肺中的设想受到了检验并很快遭到否定，人们又提出了身体中产生热能的其他一些场所。可燃烧的最终物质（碳、氢）的性质和来源需要专心的研究。体内发生氧化的精确方式成为充满希望和不断失望的研究对象。最后，要尝试将生物完全整合到物理-化学参数的王国中去。从对呼吸作用的研究中，人们意识到，生物的各种能力也受到能量守恒原理的限制。

## 呼吸作用的场所

针对拉瓦锡的建议，即，呼吸作用（大致地说，这个过程同时产生二氧化碳并释放出热能）是一种燃烧形式，人们提出了各种重要的反对意见）。燃烧很可能会损伤肺组织，而肺也并不比身体的其他部分更暖和。在1791年，人们提出了一个新的假设。血液经过肺部时并没有被加热并将热传送到整个身体，血液流经肺部是为了接受氧。然后进入血液中，尤其是在毛细血管中，氧与可利用的碳和氢结合。于是热量被逐渐释放出来，而产生的二氧化碳则经由静脉系统带到肺部，并在那儿排出体外。这是19世纪中期之前理解呼吸循环的主要模式。直到19世纪70年代，血液才从如此重要的角色上被罢免下来。取而代之的是组织呼吸的概念。这一思想与细胞的基本特性紧密相联，并且是生理学越来越娴熟的实验技能的典型产物。

正是威廉·哈维（William Harvey，1578—1657）[①]为了将血液抬高到生理学的最高位置上，牺牲了自古以来一直处于首要地位的器官——心脏和肝脏。他的观点在18世纪末期仍有很强烈的影响，并为该时期主要的解剖学家和生理学家约翰·亨特（John Hunter）所赞同。在一些人看来，亨特"血液的生命力"概念正是生命的起因，血液是身体中真正最有生命力的成分。人们也许至少可以保险地声称，由于血液是从内脏中获得的，它将准备好的食物（乳糜）运送到全身，因此，血液必定是重要生理活动的场所。这些观点都与血液是呼吸作用场所的思想完全一致。

实验结果得出了同样的结论。古斯塔夫·马格努斯（Gustave Magnus）的著名实验，用一个能产生高度真空的汞排空装置以及一些能替换血液中气体的技术，表明二氧化碳和氧在动脉和静脉系统中都存在。氧/二氧化碳的比率在动脉中明显比静脉中高的事实证明，生命的燃烧过程不可能发生在肺部。马格努斯既没有证明也没有声称还可以证明更多的东西，认识到这一点是很重要的。呼吸的化学变化发生在身体的各个部位这个推论是很明显的。马格努斯承认他更加愿意选择组织呼吸的观点，但是他说，要证明这一观点需要对血液气体及其变化的比例进行精确的分析，而这超出了他或其同代人的能力。到19世纪70年代初期，血液有呼吸作用的说法仍然受到辩护，这主要可以从卡尔·路德维希（Carl Ludwig）和他学生的研究工作中反映出来。他们认为（并提出了明显能说明问题的实验证据），组织氧化确实是真实的，但要受到血液中化学条件的调控。

到1850年，一个观察小组开始对隔离材料（通常是肌纤维）的呼吸活动进行实验分析。格奥尔格·利比希（Georg Liebig，1803—

① 英国医师、生理学家、实验生理学创始人之一，阐明血液循环原理及心脏作用（1628），提出胚胎组织"渐成说"。——译注

1873)证明,活动的肌肉消耗氧气并产生二氧化碳。如果这两个事件确实是"呼吸作用"的话,那么肌肉可以呼吸,并且与血液没有关系。亥姆霍兹在一系列极出色的研究中,证明了在肌肉的收缩过程中伴随有物质的交换(1847)。另外,亥姆霍兹检测了肌肉中的热量变化,这对亥姆霍兹关于能量守恒的研究以及对动物能量学更专门的研究来说,都是极其重要的。在肌肉运动的过程中经证明确实发生了化学反应,而这些化学反应转而又与热能的产生有明显的关系。这一关系可以被定量化。

格奥尔格·利比希和亥姆霍兹,间或还有其他一些人,他们的研究为组织呼吸作用提供了有用但缺少系统化的证据。莫里茨·特劳贝(Moritz Traube,1826—1894),布雷斯劳的一位酿酒人和老练的生理化学家,在1861年提出了一个关于"肌肉运动化学过程的简要的理论"。他说,氧穿过毛细血管壁从血液进入肌肉纤维。那儿,在细胞的流质中,氧化发生了,并产生二氧化碳和热。特劳贝的观点是建立在他早期对发酵反应的研究而非对血液气体必不可少但还无法做到的微分析基础上的。这样,他的理论既由于与氧化发生在血液中的观点明显相左而具有很重要的启发性,又极需友善、可靠的支持。另外,特劳贝的研究对当时流行的肌肉行为的化学观点提出了进一步的质疑。这种化学观点由尤斯图斯·李比希(Justus Liebig,1803—1878)[①]提出(见下文)。

多才多艺的波恩生理学家爱德华·普夫吕格尔(Eduard Pflüger,1829—1910)在1872年和1875年发表的论文,以及路德维希莱比锡实验室持续不断进行的研究,为组织呼吸思想提供了支持。普夫吕格尔1872年的论文是呼吸生理学历史上的里程碑。它确定了细胞膜两边只要有微小的压力差异就可以导致大量氧的快速运输。

① 德国化学家,发展基团理论及碳、氢、卤素定量分析法,否定植物腐殖质提供营养的旧理论,提出植物的矿质营养学说,倡导使用无机肥料。——译注

普夫吕格尔认为，这种小差异在全身各组织中都存在，并且它们——并不是血液流动的速度，而是在血液或肺的活动中逐渐减少的物质——调控着体内氧消耗的速率。氧供应的差异本身就是组织（细胞）中新陈代谢活动的直接结果。细胞从血液中获得的氧量必须与它的生命活动相适应，这种活动主要是细胞中可利用的高能物质的降解。因此，细胞及其活动执行着“基本的动物工作”，并在这样做的同时控制和依赖着被精确调控的氧的供应。

尽管普夫吕格尔明显大量利用了路德维希的研究结果，但他也提出了一个新概念，即，血液和其中的气体成分是生物体所有呼吸活动决定性的调控因子。这一概念得到了路德维希历时多年的支持。普夫吕格尔另一个贡献是将他对该问题的大致回顾在生理学界面前表明，刚经证明的李比希对身体内所发生化学变化的观念是错误的。这些研究——常常由许多相互对立的生理学家或学派所进行——的作用是要摧毁血液在生理学中的统治权。血液的职责，作为呼吸和能量生产过程中的一个主要角度，从此就变成了运输手段。它将氧（和食物中的营养所分）运输到组织，并把新陈代谢转化的废物带走。普夫吕格尔写道：“因为氧必须送到身体中有生命的每一个地方，因为生命存在于身体中的每一个地方。”当然，即使血液也有呼吸活动，但这与组成身体的无数细胞的呼吸作用相比，其重要性微乎其微。建立在化学和物理学帮助之上对活细胞膜以及身体的结构和流质的实验研究，牢固地确立了细胞和组织作为呼吸生理学中重要元素的地位。

二三十年之前，鲁道夫·菲尔绍也曾攻击过血液的主导地位即认为血液处于体液中首位的观点（参见第二章）。他是在病理学基础上这样做的。他试图通过细胞学说，用一种新的概念来取代全身性疾病的概念；这种新概念必须严格地用基本的功能单元——细胞——来限定。这个单元如今被可靠地指定为生命物最基本的能量转换器。从这些结论中产生了建立一门真正“普通生理学”的要

求，即一门研究植物和动物中共同生命过程的科学；它之所以被认为是普通的，是因为它建立在新有生物的共同分母——活细胞——的基础之上。这个呼吁是由克劳德·贝尔纳发起的，他是那段时期法国主要的生理学家，并为他所在的学科发表了极多的著作。贝尔纳在细胞及其周围流质所独有的、极其重要的活动的基础上，将生理学的思想进行了综合（1876年之后）。细胞是主要的功能元件，它为有营养和具有保护作用的内部环境所包围。普通生理学家必须对两者都进行探索，以掌握影响它们行为的各种情况，从而获得对生命及其特殊现象的更深刻的理解。

## 可燃物质的性质及来源

拉瓦锡及与其同代的法国人所做的化学分析表明，有机物质的基本组成主要是碳、氢、氧、氮。在生物的组分和产物中，对这些元素的数量和相对比例的研究，是早期有机化学的核心主题。人们普遍认为，生物与非生物界中的化学转化完全类似，当然，这种转化的发生已为观察和实验所肯定。然而，这一证明却几乎没涉及转化的实际过程。

在该世纪最初的几十年里，瑞士、法国和德国的化学家拥有化学分析的极好工具。随着尤斯图斯·李比希在1831年发明了一个简单而可靠的检测基本组成的仪器之后，有机分析也成为一种常规的实验，并开始有了一份连贯的有机物名册。到1845年，根据食物中碳、氢的比例以及是否含有氮，食物的营养成分已得到了牢固的确定，它们就是碳水化合物、脂肪和蛋白质。这一知识，加上对生物体内外化学转化相似性的持续信念，为生理化学研究展现了有意义的前景。1840年，李比希的《农业化学》问世，1842年又诞生了著名的《动物化学或有机化学在生理学和病理学中的应用》一书。伴随着这些作品以及由此产生的争论、存在的错误和强有力的实

验,化学,在长期对生物功能的研究中起了重要作用之后,现在又为生理学思想打开了一条巨大的通道。它由此获得的地位从此再也没有失去过。

《动物化学》一书,根据其作者的声称,将“导致人们对化学和生理学相互交叉点的注意”。一旦其定义明确,生理学家就会在生物化学即生理化学中发现“一个知识工具,并使自己能够追踪肉眼看不见之现象产生的原因”。李比希是吉森一位能干的分析化学家,由于其建立在实验基础上的化学教学所取得的成效,而在欧洲获得了很高的荣誉。《动物化学》是对其观点的综合,也是一个公开的宣言:让化学家直接与生理学家对话,并相信两者都会从中受益。

采用同时代法国农业化学家的方法,李比希试图确定身体的摄入物、排泄物以及呼吸空气体等元素组成在整体上是平衡的。李比希的前提是物质的守恒,这是由拉瓦锡及其合作者建立的新化学的基础。输入必须与输出相等,并且,幸运的是,在身体的化学转化方面,新的分析方法为证明这种相等带来了希望。不过,食物的各种营养成分、氧以及固态和液态废物之间这种整体上的元素平衡只是李比希的初步目标。他希望能够对“肉眼看不见的现象”追本溯源,这些现象当然是发生在体内的具体的化学转化过程。生理化学家只能控制和检测实验生物的元素平衡,而他必须用这些数据来推测那些必需的中间反应。

后来的评论证明这个方法是无效的。由于所得到的数据只与起始和终末条件有关,再加上当时化学理论的局限性和相关经验的缺乏,它并没有为推测中间反应的性质提供真正的基础。李比希意识到了这些限制,因此在后来的陈述中对他的说法做了适当的修改。然而,他的这个观点却牢固地为大家所接受,直到19世纪60年代才受到怀疑。

| 讨论的提纲 | | | |
|---|---|---|---|
| 动　物<br>是<br>一个燃烧仪器 | | 蔬　菜<br>是<br>一个还原仪器 | |
| 具有运动的功能 | | 是固定的 | |
| 燃烧 | 碳<br>氢<br>氮 | 还原 | 碳<br>氢<br>氮 |
| 排出 | 碳酸<br>水<br>氮的氧化物<br>氮 | 固定 | 碳酸<br>水<br>氮的氧化物<br>氮 |
| 消耗 | 氧<br>中性含氮物质<br>脂肪物质<br>淀粉物质<br>糖、胶浆 | 产生 | 氧<br>中性含氮物质<br>脂肪物质<br>淀粉物质<br>糖、胶浆 |
| 产生 | 热<br>电流 | 吸收<br>提取 | 热<br>电流 |
| 将其元素重新返回给空气或土地 | | 从空气或土地中获取它的元素 | |
| 将有机物质转化成矿物质 | | 将矿物质转换成有机物质 | |

**图6.2　对生物营养平衡及其所需的其他因素（例如，热或电）的研究，导致了对新陈代谢过程的研究，也使人们意识到在无机与有机界之间以及植物和动物之间重要的物理、化学交换的循环。我们可以很容易地在植物和动物的生理活动之间设计一种完美的对称性：前者是惟一能够合成的个体，而后者，从植物中获得其“有机物质”，破坏它们，并把得到的简单化学物质还给环境。到19世纪50年代时，新陈代谢过程巨大的复杂性越来越明显，并且得到了肯定，而像本图表这样简单的关系，则逐渐从生理学中消失了。（让·巴蒂斯特·杜马和让·巴蒂斯特·布森戈，1844）**

这个学说本身具有很重要的意义。李比希试图将特定的生命活动与特定的营养成分联系起来。身体内碳水化合物和脂肪的氧化产生出生命的热能。有机分子最终被完全分解成二氧化碳和水，并被排出体外。用李比希的术语来说，碳水化合物和脂肪就是

“呼吸的元素”。但是“可塑的营养元素”，也就是蛋白质，其意义并不比生物结构和活动问题来得小。李比希认为蛋白质组成了血液和肉体本身，尤其是肌肉组织。肌肉负责动物的运动，这是动物最独特的特性；而这种运动的分子基础显然就是肌肉中的含氮物质（蛋白质）。蛋白质降解，产生二氧化碳、水和重要的含氮物质——主要是在尿中发现的尿素。它也产生“力量”，这是最终对动物运动负责的动原。李比希说，“所有的生命活动都是由大气中的氧与食物中各元素之间的相互作用产生的。”生命活动最明显的形式是运动，而运动又归结于肌肉的活动。李比希声称，已消化的蛋白质直接被吸收到肌肉组织中，而所有蛋白质都最终来源于植物的合成活动。蛋白质的降解独自地支持着肌肉的活动。碳水化合物和脂肪只产生热量，并“保护生物免受大气中氧的作用”，这意味着只有含氮物质才是生物基本结构或组织的组分。

因此，假如蛋白质的降解伴随着并可能是产生真正的动物性即运动，那么降解产生——主要为尿素——就为动物的活动提供了一个精确的标志。李比希及其批评者都认为：氮的排出，当用来测量肌肉所做的功时，必须与动物输出功的变化直接相联。然而很快就证明了事实并非如此。特劳贝在 1861 年指出，体型较大的劳作动物（马、牛、骆驼）都是食草动物；另外，忙碌的蜜蜂主要靠糖来维持生命。因此，确切地说，肌肉活动与氧消耗和二氧化碳产生的关系，比与（尚有疑问的）氮排出物的关系似乎更紧密。

李比希的方案受到了严格的检验，并在 1865—1866 年被推翻。那段时期，生理学家大量地采用能量利用的思想并运用到生物活动的分析中去。能量，作为估测活动动物的输出功，以及作为生物作功过程所消耗的食物营养成分中潜在的全部热能，提供了一个共同的基础。两位德国生理学家，阿道夫·菲克（Adolf Fick）和约翰尼斯·维斯利策努斯（Johannes Wislicenus），测量了他

们攀登阿尔卑斯山时所排出的氮。通过计算他们运动时所消耗蛋白质中可利用的能量，并与他们合理估计的实际做功进行比较，发现前者完全达不到预定的目标值。然而，由于他们的数据十分近似，因此他们的结论受到了批判。在由爱德华·弗兰克兰（Edward Frankland，1825—1899）发动的对动物的蛋白质降解理论的猛烈进攻中，情况就不是这样。弗兰克兰，这位曾在德国学习过的伦敦化学家，利用一个弹式量热器，仔细计算了可能从该仪器中损失的热量。他将爬山所消耗的能量（保守的估计）与一定量肌肉组织完全燃烧所释放的能量作了比较，其中肌肉组织的量与氮的排出量相当。他的结果如下：

| | 可利用的能量 | 所做的功 |
|---|---|---|
| 菲克 | 68 700 kg·m | 160 000 kg·m |
| 维斯利策努斯 | 68 400 kg·m | 184 000 kg·m |

悬殊的差异表明，单是肌肉组织中可利用的能量几乎不可能产生实际做的功。更真实的情况是，弗兰克兰强调说，肌肉的效率大大小于50%；也就是说，它的能量不可能完全被用于肌肉作功。显然，李比希关于肌肉组织（蛋白质）是动物活动唯一来源的观点是错的。肌纤维确实是活动的部位，但活动所需的能量必定大部分来自于其他来源，也就是说，来自于食物中蛋白质以外的营养成分。弗兰克兰总结道：

> 命令从脑传达到肌肉，其中的神经物质决定了氧化作用的发生。潜在的能量变成实际的能量，一部分用于运动的形式，而另一部分则表现为热。这就是动物热的来源，也是肌肉力量的起源！就像一台蒸汽发动机的活塞和汽缸一样，肌肉仅仅是一台将热转化为运动的机器；两者都会被磨损和撕扯，都需要能量的补充；但它们中没有任何一个会产生自身的氧化，而促成机械力量

的产生。

他的比喻很普通，虽然弗兰克兰关于肌肉生理学的观点太简单，但是，他明确指出的结论所产生的影响却是深远的。

弗兰克兰的研究使对李比希蛋白质理论的摧毁工作达到了顶峰。同时也再次强调了试图通过对外部化学现象的检测来推断新陈代谢的中间过程有多么危险！弗兰克兰出色的实验表明，肌肉确实是一台能量守恒的机器。尽管这些实验看起来似乎能证实这一点，但它们当然无法证明生物体作为一个整体，可以被认为是一台热引擎。但是，弗兰克兰的技术——对组织和食物中营养成分燃烧的完整分析——及其大致的研究方向，显然确定了后来用以证明该结论的方法。

将 140 磅的重量升高 10 000 英尺所需氧化的各种食物的重量和费用
输出功 = 1/50 实际能量

| 食物名称 | 需要量(磅) | 单位(/磅) | | 费用 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 先令 | 便士 | 先令 | 便士 |
| 柴郡干酪 | 1.156 | 0 | 10 | 0 | $11\frac{1}{2}$ |
| 土豆 | 5.068 | 0 | 1 | 0 | $5\frac{1}{4}$ |
| 苹果 | 7.815 | 0 | $1\frac{1}{2}$ | 0 | $11\frac{3}{4}$ |
| 燕麦片 | 1.281 | 0 | $2\frac{3}{4}$ | 0 | $3\frac{1}{2}$ |
| 面粉 | 1.311 | 0 | $2\frac{3}{4}$ | 0 | $3\frac{3}{4}$ |
| 豌豆粉 | 1.335 | 0 | $3\frac{1}{4}$ | 0 | $4\frac{1}{2}$ |
| 米粉 | 1.341 | 0 | 4 | 0 | $5\frac{1}{2}$ |
| 竹芋粉 | 1.287 | 1 | 0 | 1 | $3\frac{1}{2}$ |
| 面包 | 2.345 | 0 | 2 | 0 | $4\frac{3}{4}$ |
| 瘦牛肉 | 3.532 | 1 | 0 | 3 | $6\frac{1}{2}$ |
| 瘦小牛肉 | 4.300 | 1 | 0 | 4 | $3\frac{1}{2}$ |

续图

| 将 140 磅的重量升高 10 000 英尺所需氧化的各种食物的重量和费用<br>输出功 = 1/50 实际能量 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 食物名称 | 需要量(磅) | 单位(/磅) | | 费用 | |
| | | 先令 | 便士 | 先令 | 便士 |
| 瘦火腿(煮熟) | 3.001 | 1 | 6 | 4 | 6 |
| 欧洲鲔 | 3.124 | 0 | 8 | 2 | 1 |
| 牙鳕 | 6.369 | 1 | 4 | 9 | 4 |
| 蛋清 | 8.745 | 0 | 6 | 4 | $4\frac{1}{2}$ |
| 煮透的蛋 | 2.209 | 0 | $6\frac{1}{2}$ | 1 | $2\frac{1}{2}$ |
| 鱼胶 | 1.377 | 16 | 0 | 22 | $\frac{1}{2}$ |
| 牛奶 | 8.021 | 每夸特 5 便士 | | 1 | $3\frac{1}{2}$ |
| 胡萝卜 | 9.685 | 0 | $1\frac{1}{2}$ | 1 | $2\frac{1}{2}$ |
| 白菜 | 12.020 | 0 | 1 | 1 | $\frac{1}{4}$ |
| 炒熟并碾碎的可可豆 | 0.735 | 1 | 6 | 1 | $1\frac{1}{4}$ |
| 白脱 | 0.693 | 1 | 6 | 1 | $\frac{1}{2}$ |
| 肥牛肉 | 0.555 | 0 | 10 | 0 | $5\frac{1}{2}$ |
| 鳕鱼肝油 | 0.553 | 3 | 6 | 1 | $11\frac{1}{4}$ |
| 方糖 | 1.505 | 0 | 6 | 1 | 3 |
| 商用葡萄糖 | 1.537 | 0 | $3\frac{1}{2}$ | 0 | $5\frac{1}{2}$ |
| 布拉斯淡麦芽酒(瓶装) | 9 瓶 | 0 | 10 | 7 | 6 |
| 吉尼斯黑啤酒(瓶装) | $6\frac{3}{4}$ 瓶 | 0 | 10 | 5 | $7\frac{1}{2}$ |

**图6.3　能量可以标示做功的能力。假如工作机器是人体的话，那么能量的来源就可以是工作者所吃食物中的营养成分。这张有趣的表格是一位与曼彻斯特和伦敦工业界联系密切的化学家制作的，它给出了食物营养价值的新的测量方法，即每产生一单位的能量需要花费多少钱（磅、先令或便士）。虽然当时并不需要讨论平衡饮食的问题，但对很有成本意识的工业家来说，这对他决定该给他雇用的工人多少薪水以正好满足他们基本的能量需求，提供了一个消费的建议。（爱德华·弗兰克兰，1866）**

## 长期的困境：生化反应

弗兰克兰的结论使得那些希望建立一门可靠的植物和动物化学的人感到泄气。一方面，它分析发生物的化学产物；另一方面，它抓住了产生这些物质的反应的本质。拉瓦锡使用的例子，被李比希毫无改动地保留着，给予氧在生理化学中一个极其重要的位置。氧是变化的活化剂。它点燃可燃物质，它的供应量调节着体内呼吸化学反应的作用。特劳贝声称："事实上，氧的历史就是生命的历史！"一直到19世纪六七十年代，通过由路德维希、普夫吕格尔和其他人发起的对细胞基本呼吸过程及其组成的研究，以及沃伊特和佩滕科费尔对氧化物质调节作用的研究，这种过于简单的生物体燃烧概念才有所削弱。

但更大的问题仍然存在：生物中燃烧的本质到底是什么？是复杂且通常为稳定的分子在体内的降解。在大气层的条件下，这些相同的分子保持不受影响的状态；但在体内温度相对较低、且没有火焰或泡腾迹象的情况下，这些分子就被迅速而轻易地破坏了。对生化反应过程进行系统并且通常获得成功的研究是20世纪的事，但是，在前一个世纪中，人们已知道了许多有用的线索。催化的思想由约恩斯·雅各布·贝尔塞柳斯（Jöns Jacob Berzelius，1779—1848）在19世纪30年代引入。他认为在生物体中，无疑有成千上万的反应是由化学试剂（催化剂）推动的。这种催化剂的存在，对反应来说是非常重要的，但它在反应中并不被消耗。此后，同样在30年代，越来越多的特殊的生物试剂（酵素）被确定。这些组成未知的复杂物质，像催化剂一样地起作用，在体温的条件下介导了许多错综复杂的化学转化，包括以热的形式或以能被生物体利用的能量形式释放能量——这是后来发现的。

许多酵素（例如，胃蛋白酶，发现于1836年；或淀粉酶，发

现于 1833 年）被分离，并被认为是有机物。然而，酵素这个表达法由来已久，它曾经并在当时仍继续被运用于各种明确或尚不明确的有机反应物中，还被运用于导致酒精发酵这个广为人知的过程的重要试剂中。在发酵中，一种单糖（葡萄糖）产生出酒精和二氧化碳，并释放出能量。贝尔塞柳斯、李比希、特劳贝以及其他化学家都将酒精发酵完全归结于分子的催化行为，即归结于完全无机的中介物。路易·巴斯德（Louis Pasteur，1822—1895）[①] 不同意这样的说法，他支持这样的观点，即，发酵本质上是一种生理或“生命行为”，是一个与酵母细胞的生命和组织结构有必然联系的化学过程。这两种观点——化学家的催化剂和生理学家的细胞——之间的对立，后来证明是一种假象。爱德华·巴克纳（Edvard Buchner）1897 年从酵母细胞中分离出一种将葡萄糖变成酒精和二氧化碳的酵素（酿酶），并在其他任何细胞中也分离出来了。酵素或酶（1877 年引入的术语），于是被证明是真正的生理产物，即细胞的产物；同时，它们的活性似乎与形成它们的场所无关，它们是真正的化学催化剂。

其他一些重要的研究也应该包括到这一关于 19 世纪对呼吸过程贡献的简短记录中。例如，巴斯德在 1861 年发现了厌氧发酵，这一发现揭示了细胞内产生热量并不需要氧的存在，从而进一步否定了这一元素所独享的生理学特权。德国生理化学家费利克斯·霍佩-赛勒（Felix Hoppe-Seyler），以及追随霍佩-赛勒的英国杰出的生理学家乔治·斯托克斯（George Stokes），将新发明的分光镜应用于（1862，1864）血液色素研究，从而肯定了李比希对它们的怀疑。斯托克斯写道，铁化合物使得血液有不同的颜色，并成

① 法国化学家、微生物学家，证明微生物引起发酵及传染病，首创用疫苗接种预防狂犬病、炭疽和鸡霍乱，发明巴氏消毒法，开创了立体化学，著有《乳酸发酵》等。——译注

为“氧的贪婪的吸收者和载体”。后来发现，氧与这些物质结合的可逆性很强，因此我们可以认为，血液中的这些物质是将氧运送到组织的工具。

这些发现所累积起来的影响是很重要的，但并不能说已经解决了呼吸生理学的重要问题，或者说已经创立了一门生理化学。生物体内化学反应的多样性，使他们在研究的技术上的遇到了极大困难，以及关于催化和普通生化反应性质在知识上的明显匮乏，极大地影响了研究者的热情。弗里德里克·高兰·霍普金斯（Frederick Gowland Hopkins，1861—1947）[①]，著名的剑桥大学生化学院的创立者，1913 年回顾了生物化学的历史，并发现了它的重要性。他意识到需要一种新的信念，他以不容置疑的口吻说道：

> “在对新陈代谢中间过程的研究中，我们不必去对付那些使常规化学方式为难的复杂物质，而是要研究那些可被研究的反应中的简单物质……像我们现在所研究的那样仅仅分离和鉴定动物的产物还不够，我们还要研究发生在它们体内的反应，以及这些生化现象的动力学问题。

霍普金斯与其同事及同时代人在这一信念的指导下，很快便将生理学从对普通细胞活动的观察转移到对细胞内化学和物理机制的实验分析上。

## 量热器和作为机器的生物体

李比希关于动物体内元素的化学平衡的研究，并不仅仅是为了生理学理论，还有更广阔的目的。他及其同时代人非常关心食物中营养成分的营养价值，也即日常饮食中的每一成分对生物健

① 英国生物化学家，发现多种维生素及三肽-谷胱甘肽（1922），并证明其作用，与 C. Eijkman 共获 1929 年诺贝尔医学奖。——译注

康的作用，以及维持正常生存所需食物的基本配给量。这一兴趣最初是从研究土壤以及一门新的、科学的农业和饲养业的需要中产生的，但这些营养研究对人类和人类社会的实用性是显而易见的。19世纪四五十年代，在将营养的知识扩展到公众的健康量度和社会的总体改善上，人们做了许多努力。然而，对食物中营养成分进行化学分析所希望能给予人类的益处却大于它的实际作为。食物中营养成分的分析很快与趋附食物时尚混为一谈——也许最显著的是在李比希的牛肉汁（其中具恢复作用的蛋白质的含量非常高）和西尔维斯特·格雷厄姆（Sylvester Graham）著名的全小麦饼干中，直到19世纪末，随着营养缺乏病的研究和维生素的发现，正常的营养研究才得以恢复。

对食物中各种营养成分的能量值进行估算的可能性，很快压倒了对具体营养价值的研究，这看来是毫无疑问的。1860年以后，生命能量学成为呼吸和新陈代谢研究中的基本主题。其经典的工具是呼吸量热器。活体产生的热可加以直接或间接地测量。直接测量的范例是拉瓦锡和拉普拉斯的方法：量热器中冰融化的数量可被认为是实验动物所产生热量的直接指数。对动物热产物的间接测量就更复杂了。相互独立的实验（例如，弗兰克兰的那些实验）证明，碳水化合物、脂肪和蛋白质完全燃烧时，都产生数量明确的热能以及数量固定的、各自不同的气体产物。于是，从产生的气体就可以计算出食物中在体内降解的营养成分的数量，从而转换成这些数量所对应的热能。然而，在生物体中，呼吸的最终产物并不完全是气态的。一些含氮物质（尿素、尿酸、肌酸酐）在尿中排出。这些产物并没有被完全氧化，于是就将食物中营养成分带入体内的部分能量转移走了。因此，间接方法需要对所有的呼吸产物进行非常仔细的检验，不管它们是通过肺、皮肤、膀胱还是通过肠子排出体外。

用来对热产物进行间接测量的基本仪器在1849年问世。这是

一个由管子和小室组成的封闭系统。小室中实验动物所产生的二氧化碳可被吸收并被称重；需要时，还可加入数量确定的氧气。人们不断改进这种仪器，其中最著名的一种能够不断地将严密控制的空气输送到小室中。由于要按固定的时间间隔对仪器中的气体进行取样，因此，每次实验的操作时间相对较长。利用这个通风或开放的环路，以及其中固态和液态的排泄物，卡尔·沃伊特（Carl Voit）和马克斯·冯·佩滕科费尔（Max von Pettenkofer）在慕尼黑他们的实验室里，对呼吸的变化展开了重要的研究工作。他们证实了（1862）所利用的氧气量是随着所消耗营养成分的性质而变化的。因此，控制呼吸率的并不是氧的供应量，而是食物中可被降解的营养成分的可利用性。这对那些过于强调氧在身体中的直接作用的人来说，是一个有力的打击，并且，它使人们更多地注意到了身体的生理状况（健康、饥饿、休息）。

沃伊特和佩滕科费尔在改进呼吸作用仪器的同时，却忽视了量热器分析。动物热产物直接和间接测量的方法最后是由沃伊特的学生——马克斯·鲁布纳（Max Rubner，1854—1932）——结合起来。鲁布纳指出，几乎没有必要再向科学界提出能量守恒也适用于生物学界这一观点了，然而这一适用性，不是凭猜测得出来的，就是仅得到了大致的测试。鲁布纳的经典实验（1889—1894）就是要使这一普遍的看法得到确定。

鲁布纳将一个通风的呼吸仪器放在一个量热器内，于是形成一个呼吸量热器。这一仪器使研究者在记录呼吸气体变化的同时，直接测量其带出的热量；尿中的含氮废物也必须被收集，并计算它们的热值。鲁布纳花了大量的努力去纠正该仪器中的错误，以便如他所说能够控制与该研究有关的“所有的生物学因素”。这一坚定不移的彻底性无疑是他成功的原因，因为他实验的设计和目标在19世纪90年代都不能被认为是创新的。

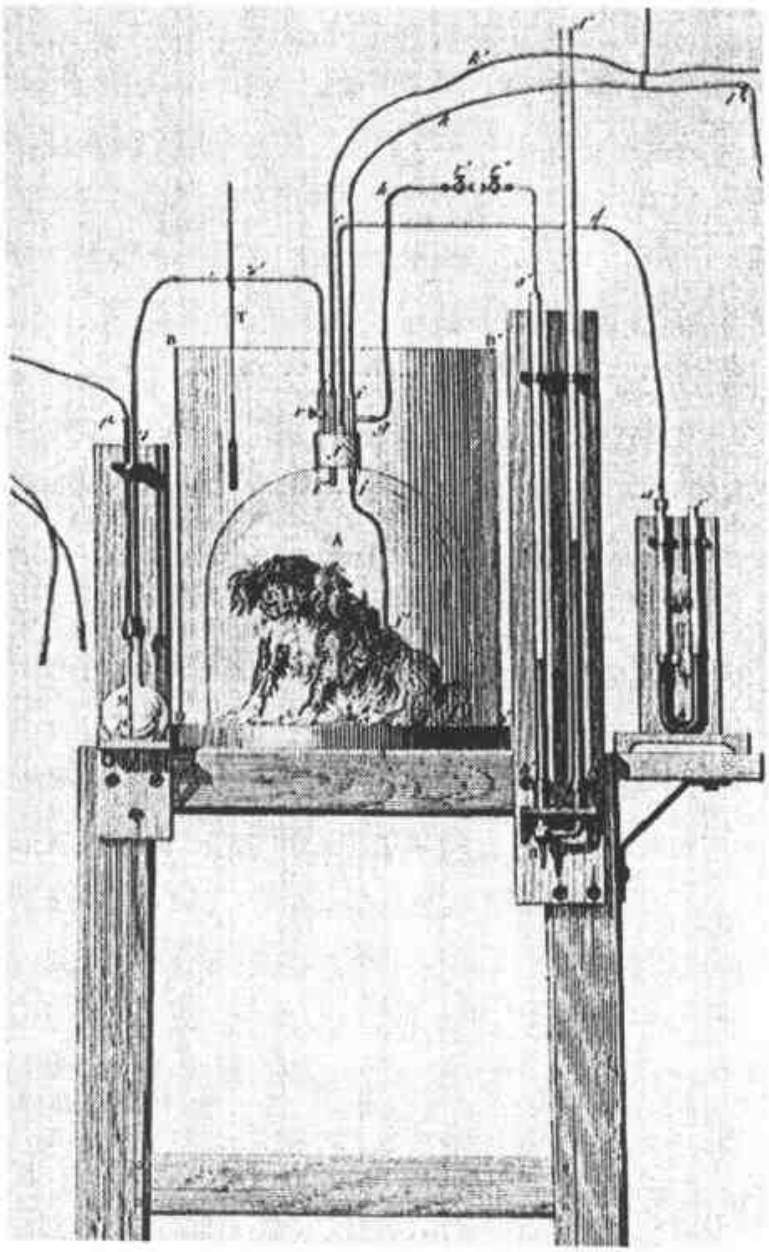


图6.4　本图所示为第一台封闭的呼吸作用测量仪。氧气由左边的管子输送给狗；狗产生的二氧化碳由右上端的管子转移出实验小室。实验小室中安放了测量温度和压力变化的工具。这个装置，加上后来对它的改进，可以长时间地控制及分析具有生理学意义的所有气体的消耗及产生。（亨利·维克托·勒尼奥和尤勒斯·赖泽特，1849）

**表 1　直接方法和间接方法测量相同产物的差异**

| 食物 | 持续时间（天） | 计算所得热量（卡）（间接） | 测量所得热量（卡）（直接） | 差异（%） | 平均差异（%） |
|---|---|---|---|---|---|
| 饥饿 | 5 | 1296.3 | 1305.2 | +0.69 | -1.42 |
| | 2 | 1091.2 | 1056.6 | -3.15 | |
| 脂肪 | 5 | 1510.1 | 1495.3 | -0.97 | -0.97 |
| 肉和脂肪 | 8 | 2492.4 | 2488.0 | -0.17 | -0.42 |
| | 12 | 3985.4 | 3958.4 | -0.68 | |
| 肉 | 6 | 2249.8 | 2276.9 | +1.20 | +0.43 |
| | 7 | 4780.8 | 4769.3 | -0.24 | |

这些实验的目的是要研究“体内燃烧的物质所具有的能量与动物体表所释放出的热能在数量上是否一样”。鲁布纳在呼吸作用仪器中测量了大、小狗的热产物。他改变它们的食物（禁食、纯脂肪、脂肪和肉、纯肉），并记录接踵而来的呼吸关系的变化。在所有这些众多的实验中，鲁布纳只发现了一种情况，即，当用直接方法和间接方法测量同一动物的热产物时，其数值十分接近（见表 1）。事实上，这一数值微小的变化在实验仪器的误差范围之内。“在历时 45 天中的所有实验的总平均值中”，他宣称，“量热器（直接）方法测得的值只比从身体内营养物质降解燃烧所计算得到的值大0.47 %。”这些数据非常圆满地完成了这些实验的目标。鲁布纳总结道：

> “所有这些实验中没有一个任意选择的单独的数据能够使我们怀疑，在恒温动物中，热量的唯一来源就是营养物质中隐含能量的释放。”

他认为，这一结论并不能同样适用于其他动物的观点，也是一个“绝对不可思议的假说。”

这样，鲁布纳的研究就明确证实了首先由迈耶和亥姆霍兹提

出的生物体是一台热机器的断言。机器的动力可被精确比较，并且很可能与整个宇宙的动力相同。当然，认识到这一点对于我们了解体内的中间反应——这些反应的净效应只能用呼吸量热器来测量——并没什么益处。但是，许多生理学家认为这为生物学研究设置了必要而可能的限制。威廉·贝利斯（William Bayliss，1860—1924）[①]在1913年写道："有生命机体最振奋人心的特征，就是它们所显示出来的永恒的变化（或工作）状态。"他继续写道："这种能力是因为拥有某种被称为能量的东西。"然而，能量是物理和化学过程的标记，而这些过程则正是实验生理学家所能研究的。贝利斯的著作（《普通生理学原理》）旨在引人对生理学结构进行系统的反思，而该结构的基石——能量——就是从上述看法中获得的。贝利斯认为：

> "必须牢记，所有用于研究生命过程的方法都是物理的或化学的，因此，即使存在一种生物所特有的能量形式，我们也不必考虑它，除非它能被转换成等量的已知形式的化学或物理能量。

贝利斯这里所讨论的是一个更大的问题，即限制活力论解释，但他也显示了能量守恒原理在生物学中的理论力量。最重要的是，该原理为理解生物体内全面的呼吸和新陈代谢变化提供了具体的参照点。对气体交换以及食物和排泄物中成分的热量值的研究，都在能量这个术语上一致起来了。而营养物的潜在能量向运动和可用于其他新陈代谢过程的能量的转换，则勾勒出（尽管不是详细说明）动物热是如何被产生的途径。这远远不只是否定了认为热为生物所固有的观点，事实上，它总结了拉瓦锡关于生命是由缓慢燃烧维持的结论。动物机器在其工作部件方面仍然是

---

① 英国生理学家，首先阐明激素作用，并创"激素"一词，著有《普通生理学原理》等。——译注

神秘的，但它在宇宙——不考虑尚未解决的超自然活动的问题——中的大致位置从此就清晰了。生物并不是单独的存在，而是物质宇宙相互作用的基本元素。

## 功能：生理学的对象

托马斯·亨利·赫胥黎在1875年写道："有生命物质的行为被称为它的功能"。因此，呼吸及与其相关的化学变化是功能，其他许多在19世纪期间被仔细分析的生物活动——神经传导、消化化学、心脏运动和血液流动、腺体分泌——也同样是功能。赫胥黎认为，生物不仅是有明确结构和生殖活动的自然个体，它们是"活动着的有生命的机器；并且，在这种情况下，它们所有的现象在无机界中是找不到对应物的。"因此，生理学就成为这样一门科学，它专门研究功能，包括生物各种单独的生命机制以及这些机制的综合效应——生命本身。

但是生理学一直都是一门寻找方法的科学。确实，生理学自古以来就已有了一系列用来研究生物功能的方法。这些方法——主要包括观察和比较，病理解剖，活体解剖，以及后来加入的系统的物理-化学实验——都有自己的支持者，这些支持者都倾向于提倡他们所偏爱的方法，认为它们具有独一无二的优越性。大多数人往往将这些方法排列成一个不断进步的顺序，以代表生理科学的进步。当然，这个结论太过简单，也太过轻率。它没有——正如19世纪生理学家惯常所做的——将有用的实验方法的种类区分出来；而且，更重要的是，它没有将生理学家所采用的方法与他们对生命及生物的观念之间重要的相互影响体现出来。后者通常决定了前者，或者至少为决定前者提供了基本的前提。人们对生命和生物的理解，与他们所采用研究方法的合理性是分不开的。

在这部分内容中，必须对生理学的工具做一个简单的介绍。关于生物是符合能量守恒原理的热机器的证明所依赖的是拉瓦锡和拉普拉斯的冰量热器、李比希用于有机分子分析的仪器、封闭的和开放的呼吸气分析小室、分光镜以及其他无数的生理学装置。但是，对这些仪器的设计和组装也依赖于其创造者们强烈的信心，即这些装置所精确记录下来的数据将具有生理学的意义。隐含在这些仪器里的是对生命的一种解释。从19世纪期间研究呼吸作用的故事——必须注意，在引用该故事时，是经过高度选择的，它模糊了每种科学研究中都存在的不确定事物、错误的方向以及彻底的错误——中可以很好地得出这个结论，而生理学其他方面的发展则为此提供了证据。无论怎样，呼吸作用的研究者，胚胎发育的研究者，或研究和谐维持正常生物功能平衡的神经或分泌基础的人，都不可能获得相同的生命观。然而，适合于解决不断扩展的生物学各专业领域中问题的方法和工具确实产生了，它们绝大多数都是从生理学中获得启发并得到实验的。

这是一个人们熟悉的结论，但它的重要性却值得再次强调。贝利斯的不同能量形式的观点还可以扩展。我们的工具作为科学的外部标记，只能记录它们针对的王国的信息。这些工具的设计，也许更重要的还有它们收集到的数据，是该科学基本的物质和知识组分。当然，它们并不就是科学的全部内容，因为完整的科学包括一个范围和连贯性不断变化的广泛的知识超结构，与自然相符合，并为将来的研究提供丰富的启迪。主要就在这个较大的领域内，在对生命和生物的意义进行认真考虑时所遇到的限制和术语有待确定，而在这些术语中，生理学手段是一个极有说服力的措辞。

在一些生理学家看来，毫不夸张地说，呼吸作用的研究结果揭示，或是要求，生物，就是一台物理或化学机器。在19世纪，这样的说法直接导致了机械论的产生——也许机械论是所有科学

最根本的基础。因此，生命和生物可被还原成特殊运动中的物质模式，或者可被还原成更基本的控制自然的一种力或多种力。其他的生理学家则不这么认为。生物可以用物理－化学方法分析这一事实，是生理学方法的一个极有价值的补充，但它并不需要提出甚至不必建议任何关于生命本质本身的问题。对这种人来说，这是一个形而上的问题，因此无法用生理学的方法和结论来解答。

这些哲学立场被19世纪生理学的其他领域用来作为例证。前者或还原论者的观点使对生命的机械论的传统解释重新苏醒。后者则将视点集中在生命现象及其关系上，并严格回避在事物的最终本质方面发表见解。这也许是生理科学在19世纪期间最常见的观念，并且到19世纪末时，它似乎已占据了统治地位。

然而，还有另一个选择，即活力论观点。在生理学的语言中，再没有比它更含糊、更易被错用或滥用的措辞了。19世纪有许多活力论者，并且他们在“生命力”上都做了许多出色的事情，这是一个不争的事实。然而，这一活动意味着什么，这种或那种生命力的特性和能力又是什么，以及这段时间活力论思想总体的发展是什么，根本就不清楚。但是，在该世纪的早几十年内，活力论仍然在刚刚出现的有机化学中起了重要的作用。有机物质，似乎只在生物体中形成，因此是维持生命存在的同一个活力的产物。讨论这一问题的中心人物是化学家贝尔塞柳斯、弗里德里希·韦勒（Friedrich Wöhler，1800—1882）[①]，以及尤斯图斯·李比希。

不管以何种方式作解释，这些不同形式的生理学学说显然都在以下这一点上达成一致，即生物的功能是该科学的中心问题。

① 德国化学家，发现铝（1827）和铍（1828）两种元素，首次合成草酸和尿素（1828），著有《基础无机化学》、《基础有机化学》等——译注

然而，不同的解释——机械论、活力论及其他——本身可以为解决功能问题，延伸开来，就是生命的本质问题，提供一些一定意义上可以解决问题的答案。遗憾的是，我们对这些事物仍非常无知。没有现成的研究为19世纪生物学中逐渐演化的各种方法学兴趣和解释范型提供一个综合的、可靠的叙述。对特殊题目的分析同样也是不足的。因此，以下关于生理学方法和理解的讨论仅仅提供些启发和实例，而并没有提供关于这些兴趣的完整或确定的叙述。阐述将限制在三个主题内，它们都属于近年来历史研究的内容：化学活力论，生理学还原论，以及一种更温和或更贴近实证主义的观点——它在本质或终极存在物的问题面前自称一无所知并且对科学也不感兴趣。

## 活力论和有机化学

1828年，弗里德里希·韦勒这位年轻的柏林化学家，宣布在实验室合成了尿素。尿素是一种有机物质，它的产生，与其他此类物质一样，通常被认为是生物所特有的。显然，生物必须拥有一种特殊的能力，或者说拥有一种无法解释的生命力，它可以影响这些难以理解的合成。韦勒的合成实验长期以来一直被认为是对活力论的致命打击，并真正打开了对生物进行化学分析的大门。然而，最近的学术成就否定了这一说法，并揭示韦勒的成就具有另一种本质上是化学的意义。按照这种解释，韦勒为当时刚刚兴起的化学同分异构现象的研究提供了重要的证据。同分异构体是具有相同的原子组成却具有不同化学和物理性质的物质。尿素和氰酸铵有相同的分子式，$CH_4N_2O$，因此是同分异构体。此外，韦勒的合成实验也使人对生物特殊的化合作用问题有了进一步的了解。

所有这些贡献都没有明显的生理学意义，当然，也不是针对

活力的存在或性质的。显然，正是19世纪20年代和30年代的历史学家而非化学家，才会认为对一个建立在生物体化学能力之上的活力论来说，有机合成是一个关键性问题。那段时期，大多数化学家都认为，人工合成，即在体外生产有机物质，是有可能的。它们是否有可能合成完全取决于是否能克服所遇到的巨大的技术困难。贝尔塞柳斯这位重要的化学教师和阐述者，开始相信无机和有机的化学物质及过程本质上是等价的。有机物质只是在结构和生产上更复杂一些，但在本质上并没有区别。贝尔塞柳斯在1806年写道：

> “生命的起点应该在各元素的基本力中寻找，而它（生命）是基本物质借以联合的各种关系的必然结果……因此，并不存在有生命物质所特有的、被称为活力的特殊的力；相反，这种力是从许多其他（力）的对抗中产生的，并且有机界除了拥有无机界的那些规律外，并没有别的规律。”

贝尔塞柳斯显然终其一生都坚持这一观点。但在其他地方，贝尔塞柳斯确实提到并且强调过在生物的各项事物中某种活力所起的作用。1827年，他谈及一种“非同寻常的”生命力，与“无机元素”不同，也没有后者的基本特质。然而，这并不是化学合成中的控制因素。贝尔塞柳斯脑中的这件东西似乎是导致“有机化”的一个调节力量，而所谓“有机化”就是组织和器官独一无二的联合，这个联合被称为有机体。

于是，贝尔塞柳斯重申了（参见第三章）对一种发育力的需要。他明智地避免了给这种力下一个深奥的定义，而只是指出它显然是控制一个新生命体形成的力。一旦生物完全形成，或者，用贝尔塞柳斯的话说，一旦“基本物质借以联合的各种关系”获得了，一个成体就产生了；它主要的任务就是维持一种茁壮成长的状态。在贝尔塞柳斯和其他“活力论者”看来，有机体形态的

产生——个体发育——是活力的主要作用场所；而在成熟个体进行的生理过程的调节中，它的作为就小得多了。而成体自我维持的过程则似乎可在化学的基础上得到解释，至少对较乐观的生理化学家来说是这样。由此可见，贝尔塞柳斯的观点是一种剩余活力论。它并没有确定单独的活力，但在讨论那些仍然而且恐怕永远都在对成体生理过程所做的解释范围之外的事件中（主要是胚胎发育）却仍保留了这个词。这个结论需要作一些限定性的说明：贝尔塞柳斯是一个有神论者，认为所有的创造物都是上帝特殊的手工艺品。他对活力的运用可能有神圣的含义，尽管并没得到生理学的支持。然而不管怎样，韦勒的合成实验，虽然离生理化学的转折点和驱逐活力论还很远，与生命化学的关系基本上也不大，但它确实是化学家的一大胜利。

生殖与发育以外的各种功能可以被归因于一种化学生命力。尤斯图斯·李比希，19世纪早期的生理化学大师，用这种力的行为解释了食物中营养成分的消化吸收。化学和生命的各种力的作用似乎是对抗性的："化学力将各种元素（包含在血液中）聚集在一起，保护它们不被分散，但这种作用却被活跃的生命力所克服。"主要在变化着的组织形成、降解的强度中体现出来的不断发生迁移的生命推动力，成为化学和生命力之间永不停息的相互作用的结果。

事后表明，诸如此类的声明足以确定李比希是一位典型的活力论者。然而，这样的结论又需要慎重的修改，并且很可能遭到通盘否定。李比希对活力的说明是经过全面而仔细的考虑的。像贝尔塞柳斯一样，他的观点只是一种剩余活力论。许多生物现象可以由化学分析和各种解释模式来解决，其他一些则不得不以它们为基础。后者包括消化吸收、生长及身体的运动等。

李比希提到了化学力，也提到过活力，不过两者有一个共同的基本特点：它们都依赖于一种使身体的基本粒子联合起来的秩

序。摧毁生物体的形态，即身体的结构和功能组成，就是摧毁生命本身。李比希因此断言（1842）：

> “没有什么能阻止我们认为，活力是一种特殊的财富，由某种肉体所拥有，并且当它们的基本粒子以某种形式联合时才能被察觉。这里并没有牵涉到生命现象的什么了不起的特性，因此，它可被认为是一个休眠点，从这里可以开始对这些现象以及调节它们的规律进行调查研究。”

简短地说，活力是“一种特殊的力，因为它呈现出的现象，在其他的已知力中都没有发现”。

这段话中最重要的词是“现象”和“已知”。李比希援用活力这个词，更多的是作为一种表达方式，而不是一种实质，以便涵盖原本缺乏任何解释的生物体的明显活动。李比希声称他的前提条件是这样一个事实，即每一个结果必定有它的原因；而在他看来，这样的因果解释必须用“力”这个字眼来表达。正如下降物质的运动是重力的结果，收缩弹簧的运动是弹力的结果一样，生命的“运动”（消化吸收和对外界使然力的抗性）也必定能用“活力”来解释。

李比希对活力的兴趣——这一兴趣被他同时代的人评论得很多——针对的主要是生命现象，对这一独一无二的力的描述则较少，而这种主要通过定义进行的描述与要求其解释的现象又是不相称的。李比希并不是一位形而上学家，而是一位对生命现象有浓厚兴趣的化学家。只要他的活力确实是一种“特殊的力”，其效应就“受某种规律所调节”，并且“这些规律必定与抗性和运动的普适规律相一致”。只要这种过于简单化的因果解释仍然流行，只要生命的现象不能——不管是因为我们的无知还是因为已有证据确证生命真的是一种不可再缩减的现象——纳入其他或许更基础的科学的解释范围，各种各样的活力论就将一直荣耀。活

力论永远是一种可能的解释模式，只不过它的用处及对科学家学识的贡献尚有疑问。从贝尔塞柳斯和李比希的事例反映了试图综合解释生物学过程的愿望。这些化学家以及那些与他们有共同观点的人都认为，化学原理广泛适用于生物体及其行为。但是，当然并不是所有这样的行为——生殖、消化吸收等等——都能得到化学上的解释。然而，仍需要作总体上解释，零星问题得不到解决仍然是令人不安并且不受欢迎的，而隐藏的真实情况也仍然等待着人们去发现。因此，面对如此难对付的现象，活力论的解释将仍是人们所容易采用的。

## 物理主义者的选择

在说明力是生物学解释中的有效形式时，李比希借用了德国自然哲学家的术语（参见第三章）。他也引用了他们对绝对解释的主张，即需要一个建立在经过仔细选择的少量前提条件基础上的、表达绝对清晰的思想体系。这也是生理学还原论者思想的特征。他们在各种作为前提条件的假设中保留了力，并随之带来了无理性物质的运动。在力以及物质和运动中，他们找到了令人满意的解释。这是理性的、唯物主义的新一代学者；从哲学的角度来说，他们试图在本体论中发动一场变革，重新确定重点，以便使机械论的原理在整个科学界中发挥主要的影响。

主要的还原论者都是德国人。19世纪40年代，对政治上的专制主义和宗教上的保守主义的批判急剧增多，最终导致了1848年波及全欧洲的革命。在这场战斗中，唯物主义在德国占据了领导地位。唯物主义很有希望能削弱基督教的超自然主张，这样做，不仅将动摇教会的教义，而且还将逐渐破坏同时代专政诸侯的合法性，这些诸侯认为他们占据高位是奉了神圣旨意，并从中获得了力量。生理学中还原论的运动开始时可能也有过这些理性

根基，但革命瓦解之后，局势又回到了令人不安的神学-政治的传统形式，德国生理学唯物主义非常明显地至少包括了两个派别。第一派瞄准的是宗教学说尤其是假定的灵魂非物质性，并继续其政治鼓动。这一学派［雅各布·默勒朔特（Jacob Moleschott）、路德维希·巴克纳（Ludwig Buchner），以及卡尔·沃格特（Carl Vogt）］专注于普及科学，强调科学和唯物主义实际上是一致的。

第二派为生理学还原论者，他们则显然比较有克制。他们都是专职的科学家，他们所关心的绝对是生理学的而不是政治的问题，并且他们最终都倾向于政治上的保守主义。例如，迪布瓦-雷蒙后来就成了一位自愿为普鲁士国家主义和新德意志帝国增光添彩的人。三个主要的还原论者——埃米尔·迪布瓦-雷蒙（Emil Du Bios-Reymond，1818—1896）、恩斯特·布吕克（Ernst Brücke，1819—1892），以及后来的赫尔曼·冯·亥姆霍兹——曾经在柏林约翰尼斯·弥勒（Johannes Müller，1801—1858）[①]的实验室做过学生，并且在19世纪40年代早期之前一直在思考还原论者的选择。这一学派的第四个也许是最有影响力的人，卡尔·路德维希（1816—1895），则是在马尔堡受的教育，并在那里获得了作为该学派标榜的“物理主义者倾向”。路德维希和其他人在革命爆发前一年，即1847年，在柏林相遇，并在那里起草了一份改革生理学志向和方法的计划。

迪布瓦-雷蒙的主要著作《关于动物电的研究》（1848），第一次激烈地宣布了还原论者的鸿鹄之志。他针对的是认为存在一种控制生命的自发活力的思想。为了支持他们的学说，部分也是

① 德国生物学家，首次系统地把物理学、化学及比较解剖学的理论和方法运用于生理学的研究，于1826年提出感觉神经特殊能力学说，认为感觉性质决定于感觉器官内部的特殊能力而不决定于客观刺激的性质。——译注

为了维持他们争辩的力量，他们选择了前一代的自然哲学家。他们声称，自然哲学家都是形而上学者，而不是负责任的科学人。按照迪布瓦-雷蒙的说法，“活力”只不过是一个“舒适的休息场所，在这个场所中，用康德的话说，理智在各种特性模糊的坐垫上找到了安全”。因此，生理学必须改变，而且是彻底改变。生理学必须：

> “履行她的命运——如果一个人观察我们科学的发展，他不可能不注意到活力是如何退缩到一个更狭窄的现象王国中去，而新的领域又是如何越来越多地被带到物理和化学力量的管辖之下……放弃其特定兴趣的生理学，终有一天会被吸收入物质科学的巨大整体中，这并不是不可能发生的；事实上，生理学确实将要融入到有机物理和化学中去了。”

作为这一新有机物理学的例证，迪布瓦-雷蒙提供了他对动物电的研究结果。在神经的电行为——这是他拥有特别管辖权的领域——中，可以看到极不寻常的、易对物理科学实验方法作出反应的现象。早期还原论者及他们的追随者都是熟练而勤奋的实验者。他们的器械，尤其是路德维希的记波器、波布瓦-雷蒙的电流计以及用来对组织进行电刺激的各种装置，标志着他们所属实验室的重要地位。

迪布瓦-雷蒙著作中的宣言很快就变成了系统化的教条。在极有影响的《人类生理学教程》（1852—1856）一书中，路德维希认为生理学本质上是一种分析方法。它将生物最终还原成无法衡量的液体（发光的醚和电）以及组成它们的化学元素之后，就没有更进一步的分析可以做了。这样，生理学家必定会得出结论——这是代表路德维希而作的信念宣言——所有的生命现象都是吸引和推斥的结果，也就是说，是不可缩小的、无法称量的流质和身体的化学元素中所固有的力量导致的。路德维希的学生阿道

夫·菲克，后来非常简明扼要地重申（1874）了还原论者的立场。他声称，生理学必须有一个新方向，这一方向将能证明“生命的现象”

> “是由生物的物质基础中所固有的力引起的。由于习惯上这些力被分成化学的和物理的，因此我们可以称之为生理学的“化学-物理学”方向。然而，到目前为止，由于所有的力最终都被认为是由物质原子的相互作用决定的推动力，并且到目前为止，关于运动及其原动力的普通科学被称为机械论，因此，我们必须指明生理学研究的方向事实上是机械论的”。

这一宣言提供了道地的还原论者信奉的中心思想。像路德维希一样，菲克在其他方面也用科学需要因果关系的论点为自己的观点辩护。一旦引入了活力，一只“外来的手”就进入到活体内，并扰乱了正常的、独立存在的身体内原子间的动力学关系。这立刻导致了“因果联系的断裂”，“人类对知识的需求”永远不可能默许这一灾难性事件的发生。

于是，还原论者假定力和物质以及每一连续事件之间不可破坏的因果纽带，是生理学解释的最终术语。他们的世界是一个唯物主义以及机械论的宇宙。然而，还原论者的术语一直都只是作为先决条件的假设，而并不能被认为是从有机或无机现象中提取出来的结论。还原论者为生理学规定了非常具体的存在物、力、物质和运动的领域，以及机械论的范围。他们声称这一规定的目的是为了取代唯心主义或唯灵论之类的思想，这类思想是早些时候由自然哲学家或其他非机械论的生命解释者引入的。严格的还原论者和系统的自然哲学家都要求作绝对的解释，而且从本质上讲，他们在方法上都是臆测的，在主张上都是教条主义的。因此，从总体上看，两者之间最大的差别恐怕在于他们解释的内容，而非其解释形式或目的。上文论及的本体论方面发生的变革

就在于此。

但是，更具体地看来，这样的比较似乎就不那么合理了。很明显，还原论者不仅因对其前辈们过多的臆测行为的厌恶而激发了灵感，同时也为物理、化学研究中每天都在取得的成功以及希望把这种成功很快转移到生理学中去的真诚想法所激励。他们借用了物理学和化学的方法和器械，以及相当一部分空谈理论的唯物主义，他们自己的方案大部分由此而来。

然而，还原论留下的未实现的纲领性要求与它取得的具体成就一样多。实验生理学在19世纪期间取得了巨大的进步，而还原论者对此作出的贡献并不比别人少。他们在为研究生物功能而确定有效方法的过程中所起的作用，尽管并非独一无二，但也是巨大的。然而，重要的是要完成他们的方案，而不仅仅是追求实验方法的精巧。认为生命必须被还原成力和物质，而所有的生理学解释都要从这些基本原理开始。这是一个无法达到的目标，因为生命的复杂性太过巨大，而解释的前提显然太过简单。尽管迪布瓦-雷蒙早期曾是教条主义者，尽管某些生理学家一再倡导严格的还原论立场，他还是逐渐意识到了生理学与所有的科学一样，在渴望达到的解释目的上，面临着明显的限制因素。在“力和物质是什么以及怎样表达它们”的问题面前，他承认没有能力解答。在这些问题面前，有必要承认我们是“浑噩无知的人”(Ignorabimus)；早些时候，迪布瓦-雷蒙曾称之为“Ignoramus”。1848年时要将生理学融入“有机物理学和化学”的那种自信已经所剩无几了。与早期生理化学家的情况一样，还原论者旨在获得综合的解释，但他们却不得不满足于局部的解答。然而，他们对现代生理学家和分子生物学家的呼吁，以及他们的观点和实验实践与最近的生理学研究的相关性，是不需要强调的。

## 生理学中的实证主义

还原论者和活力论者很可能认为，在更大的目标上，他们是一致的。他们用于解释的术语，不管是不可缩减的活力，还是构成所有自然现象之基础的力和物质，都将令人满意地对生命是什么这个伟大问题作出回答。他们的答案就是他们的假设。然而，在不直接参与关于生命本质问题的争论的情况下探索严肃的生理学问题，不仅是可能的，而且也是极有益处的。在将这一深奥微妙而又自我批判的方法用于重大的生理学问题的解释上，再没有人比克劳德·贝尔纳做得更好了。

贝尔纳在1850年以后成为法国杰出的生理学家。他在消化和动物化学、药理学以及神经生理学领域的主要发现一再证明他那了不起的实验技术。他对自己所研究学科的进展和方法也非常关心，这充分体现在他的那些各种各样的关于生理学问题的（后来发表的）演讲系列、以及记录他对生理学中方法问题的清晰思考的小册子中。

在贝尔纳看来，只有在特定的实验状态下能够重复得到完全相似的结果时，才能称为科学。对生命过程的单纯现象永远是有意义的，但由于缺乏精确控制的条件，因此只能产生偶然的、无法重复的数据。不能指望生理科学可以建立在这样不可靠的数据之上。数据的确定性，即其本质上的可重复性，必须成为生理学和医学科学的基础。这就需要对实验的步骤进行仔细的、具体的说明。贝尔纳声称，将观察与实验分开是荒谬的，因为后者必须包含前者。但是，实验的意义远远不止这些，而这另外的意义正是生理学实验的特征。贝尔纳写道："实验法只是被诱导的观察，即在仪器和其他方法的帮助下开展进一步的观察。"这样，实验法就使得人的干预在生命过程的进程中成为必需。生理学并不是

被动的，仅仅满足于积累和协调数据；生理学必须作用于它所观察和记录的现象，并控制它们。“每一门科学的目的”，贝尔纳写道，“先是预见再是行动。”

因此，贝尔纳的注意力集中在方法问题上。不管实验者可能采取怎样的实验步骤，他针对的都是现象以及决定它们的条件，而不是生命的本质或生命的最终原因。贝尔纳在1875年宣称：

> “我们不可能获得任何事物的原理，生理学家对生命的原理所做的，不会比化学家对物体的亲和性原理所做的更多。我们在每一个地方都回避对第一原因的追寻，同样也是在每一个地方，我们只能触及到导致现象产生的直接原因。现在，这些直接原因，也就是这些现象的条件，在研究有生命个体的科学中，已经能像在无生命科学中一样得到严格的确定了。”

这些文字清楚地表达了贝尔纳的实证主义思想。严格的实证主义者将自己局限在现象和现象之间可确定的各种关系中。他们避免寻找事物的本质和最初的原因。奥古斯特·孔德，系统化实证主义观点的创造者，在1830年声明：

> “只有关于事实的知识才是有益的；确实性最终是由实验科学实现的；理智，不管是在哲学上还是在科学上，只有始终与经历相联，才能避免一味的咬文嚼字乃至错误，同时还要避免（由于经验）而对每一个获得优先权的事物统统给以抛弃；最后，不但“事物本质”的领域无法进入，我们的思想可以到达的也只能是各种关系以及规律。”

贝尔纳被描绘成最坚定的科学实证主义者，当然，他的方法论观点，正像他所激烈断言的那样，极好地与他在生理学实验室的实际工作相符合。贝尔纳从来没有忘记，已确定的事实——即实证的事实——必须成为生理学中任何推论的基础。

贝尔纳认为，实验者的首要任务是去发现，然后再去操纵“导致各种现象产生的条件”。这些操纵变化得越多、设计得越仔细，我们对现象的了解、对现象之间和现象与我们用于研究的工具之间重要的相互关系的了解就越多。这样，贝尔纳的主动生理学将会使人们越来越多地意识到各种功能之间的关系，并且可能不用去考虑事实上难以接近的“生命的原理”。这些结论简要地解释了贝尔纳理想中的实验生理学家的活动。作为一名实验生理学家，他应当强调对所有影响生物体的条件进行控制；他在记录数据时，应当要求合理的、但不过分的精确性；简单地说，他应当控制住实验的进展，并确定“事实和想法之间、现象与其条件之间的纽带”是什么。保尔·伯特（Paul Bert），曾在贝尔纳手下受过训练，而且他本人也是一位重要的实验生理学家，1870 年时对他认为起源于贝尔纳并成为法国生理学特征的“纯粹的良好感觉”作了很好的说明：

> “确定现象与受我们支配的实验条件之间的大致关系，在我们力所能及的范围内尽量地改变这些条件，安排并系统地阐述所得到的结果，并努力从不同的观察角度来发现我们必须怎样修改我们的方案，以使它们适用于那些复杂的、我们无法控制的条件——这就是我们生理学家应当发挥的作用，并且也是（每个人）不应超越的界限。”

贝尔纳的方法论处方，更多地是为了证明可能存在一门真正的生理科学，而不是要规定具体的实验步骤。当贝尔纳还是一名学生的时候，在巴黎占统治地位的学说是由沙维尔·比沙及其追随者提出的。比沙派将身体分解成组织，并对每一种组织都安排了一种独特的特性组合（参见第二章）。贝尔纳赞扬了他们的研究工作，并从中看出了对全能的整体活力的否定，以及通过研究身体各部分的特殊性质，而对生命现象进行严格分析的可能性。

但比沙也认为生命实际上意味着自发行为。生物不停息的活动——这是它最显而易见、最重要的特点——使人们无法对它进行精确的测量并寻找其中的规律。而科学——贝尔纳指的是当时的物理学和化学——则是建立在稳定规律基础上的。自然的有规则性是科学家们不得不预先设想的事。为了使现象与这些规律性相一致，科学家们开始了控制条件以产生预期现象的尝试。只有在这里，在这个由精确性和预见性统治的王国里，科学才有可能。贝尔纳认为，比沙的活力论后继者不仅断言生命本质是不可思议的，而且还认为不可能创建一门真正的研究生物功能的科学，这可以从他们拒绝将生命置于“任何精确的规律、任何持续而稳固的条件”之下中看出来。

贝尔纳这位研究生物的学者，既不需要活力论，也不需要机械唯物论；他希望生理学是一门独立的科学。生物的性质需要这样的科学。机械论者提供了值得夸耀的主张和精确的数据，但几乎没有提到对生物整体行为的理解；而极端的活力论者实际上认为这种理解是无法达到的。贝尔纳的生理学态度则是把细胞放在所有生物学思考的中心。细胞是植物和动物生命的共同基础，而且它的行为正是受那些生理学家忙于解释和控制的条件（例如温度、营养供应、流体平衡，等等）所支配的。从这些思想中产生了贝尔纳对内环境的著名归纳。他说，每一个动物，生活在两种环境中，“生物生活在外环境中，而组织单元（细胞）则生活在内环境中。”内环境是一种复杂的流质（在较高等的动物中，是血液的血浆或液体部分），其中沐浴着细胞、细胞及其外部环境之间的介质，它对生物体内发生的无数物理、化学事件的协调整合起着主要的作用。贝尔纳强调：“内环境的稳定性，是自由独立的生命存在的必要条件。”

在发展内环境概念的同时，贝尔纳从没有忽略对生理学和生理学方法的更广阔的思考。内环境维护着生物的整合性——这是

科学的学说，为可测量的物理和化学参数所肯定，其中存在着可供实验研究的“条件”。生理学家通常确定生命现象之间的关系，而并不指望去寻找生命的本质。贝尔纳坚持认为生理学家应该获得一种对生命的“观念”，而不是去设想生命的“定义”，这就意味着对生命现象只要持一种归纳的态度就可以了。我们需要，他继续说道，“找出形而上学和可感知的物质世界之间的区别。物质世界是形而上学世界的基础，但它却无法从后者借鉴到什么……我们思考的时候，是形而上学的，但我们生活和行动的时候，则是物质的。”

贝尔纳和还原论者们都一致认为，实验法是建立在物理、化学的原理和技术上的，后两者为生理学的发展提供了最好的基础。贝尔纳也强调生理学活体解剖的重要价值，因此要继续发扬该科学解剖学与外科手术的传统。但是贝尔纳拒绝接受与他同时代的德国形而上学的信条。不管实验法对于生命和生物还告诉我们什么，它却不能证明这两者中的任何一个可被还原成力和物质。它不能做到，是因为关于生命过程最终本质的知识大门对我们永远都是关闭着的。至多，力和物质就是现象，或我们根据现象作出的解释；它们并不是第一原因。出于同样的理由，贝尔纳的观点与教条主义活力论者的形而上学确定性是相背离的。

## 生理学

有关呼吸作用研究的描述阐明了19世纪生理学发展好几个方面的情况。不能认为这一描述反映叙述的是一个连续不断的发展过程，因为这种情况在科学发展过程中很少见，而在呼吸生理学的发展中则根本没有。然而，出于简要讨论的目的，本章侧重讨论成就，并将注意力集中在调查研究上，该研究在19世纪90年代鲁布纳的综合理论中达到顶峰。呼吸生理学的实质是燃烧的化

学事件，这些事件接着又涉及到了物理学和能量。生物被证实是一台真正的热机器。化学和物理分析针对的是被吸收的营养成分中的能量来源，并指出那种能量在体内转换成能被生物所利用的能量形式的可能途径和方法。1900 年时，后一种活动的详细情况仍然很模糊，并且不是所有的生理学家都有信心解决这些问题。然而，他们却都相信，在最终的分析中，生物的明显活动——移动、腺体分泌、神经传递、消化行为以及其他许多活动——的实现，都需要充足的能量。19 世纪的研究者们发现必需的能量确实是可获得的，而生物的能量转换完全符合整个宇宙能量转换的普遍原理。对那些愿意给生物的机器概念重下定义并愿意强调生命是什么这个问题的答案具有不可改变性的人来说，从中可以找到丰富的启示。

这些结论赖以产生的信息，不管它们是生理学的、形而上学的还是简单的臆测，都是从观察和实验中得到的。贝尔纳的话需要再一次强调：观察，从方法论角度来看，本身就是一个复杂的词——是以实验为先决条件的。而实验这个措辞也并不简单。19 世纪期间，实验越来越成为年轻并且有抱负的生理学家们的战斗口号。他们对实验这个词的定义并不一样，但他们有一个共同目标：实验，不管它还可能是什么或意味着什么，它必须保证能够控制研究中现象的出现和变化。不管是像活体解剖者那样依靠对生物进行手术干预，还是仅仅利用物理科学的概念和工具，生理学家都会同意控制生命现象是他们可实现的目标。这些坚定的信念是实验者的实践以及贝尔纳关于生理学方法深思熟虑得出的想法的核心。他们坚定地认为，自然过程是有规律的，并且，他们把那个经过时间检验的信念——知识就是力量——倒过来理解——控制是为了获得知识。

# 第七章
# 对实验的追求

19世纪的最后25年是生物学发展的转折点。随着生物学家对生物功能问题的关注越来越坚定，他们对完美的历史解释——对所有研究生物形态和转型的人来说，这是他们重要的支撑——的热爱逐渐转移到了对生命过程的实验研究上。整个19世纪，那些最广为人知的生物学领域——这些领域中参与的学者可能也是最多的——都相信历史解释。胚胎学、博物学、进化论，甚至细胞解剖学，本质上都是历史的学科。生命的历史学家在描述或重现描述过去时相信，他最新获得的知识不仅是一部引人入胜的事件编年史，而且，更重要的是，它对那些事件作出了非常令人满意的解释。不管它被应用在哪里，历史解释都被认为是因果解释。历史学家约翰·巴格内尔·伯里(John Bagnell Bury)曾写道，“自然的‘历史’概念”适用于空中和陆上的存在物，并“改革了自然科学”；这一概念，与将人类历史看作具有因果关系的连续演变过程的概念属于同一种思想。作为历史学家的生物学家与研究人和人类社会的一般的历史学家，研究的现象都是可比较的，因此也必然会采用相同的解释模式。

我们可以通过观察从已有的细胞产生新细胞的过程，亲眼目睹

细胞世代的实际过程。而当一个人仔细考查胚胎发生过程中事件的复杂顺序时，他就可能对发育或历史过程中各连续阶段进行直接的对比。在这两种情况中，观察者获得了一个具体且似乎不容置疑的印象，即子细胞或后一个胚胎阶段不仅即时地跟在其前一个相关的细胞或阶段后面，而且它正是由这前一个细胞或阶段产生或引起的。这里运用的因果观点显然就是**发生于其后的必然是其结果**，这为一些批评者找到了切入点，他们的批评针对的始终是那些将暂存的连续和因果的解释混淆起来的人。但这种混淆在过去和现在却恰恰是大多数历史解释的核心及条件，而生物学家对这种论点的使用，只会使他们与19世纪思想中强烈的学术偏见走得更近。

进化生物学家还面临着另一个障碍。地球上生命历史的确凿证据是不完全的。只是在极少数的例子中，他们才敢怀着极大的不安推测，某种已灭绝的特定物种，在一定数量的世代中产生了另一个特定的物种。从最广泛的意义上说，生命形成的暂存连续性具有一定的说服力，但当我们试图比较各物种或生物在进化记录上是否形成任何连续阶段——这是人们在寻找关于进化过程本身的精确而详细的知识时所必须做的——时，它就具有很大的缺陷了。19世纪的生物学家意识到了这个问题，并试图去解决它。他们的解决方案在今天看来只是口头上的，但在当时却被认为特别具有因果关系。在所有繁殖个体之间以及由它们组成的物种之间必须存在某种联系，最好是物质的联系，进化的事实才能成立。这种联系被命名为遗传。

> “进化是通过几方面的作用发生的，并且继续在发生，这些作用包括：通过作为中介的物质传递，通过祖先的世代，以及根据遗传的法则与修饰遗传的变异和适应的法则。”恩斯特·海克尔继续写道(1866)：“所有的生命形式，即使是其中最高等、最复杂的生命形式，也只能通过这种方式产生，即通过逐步的分化和演变，从最

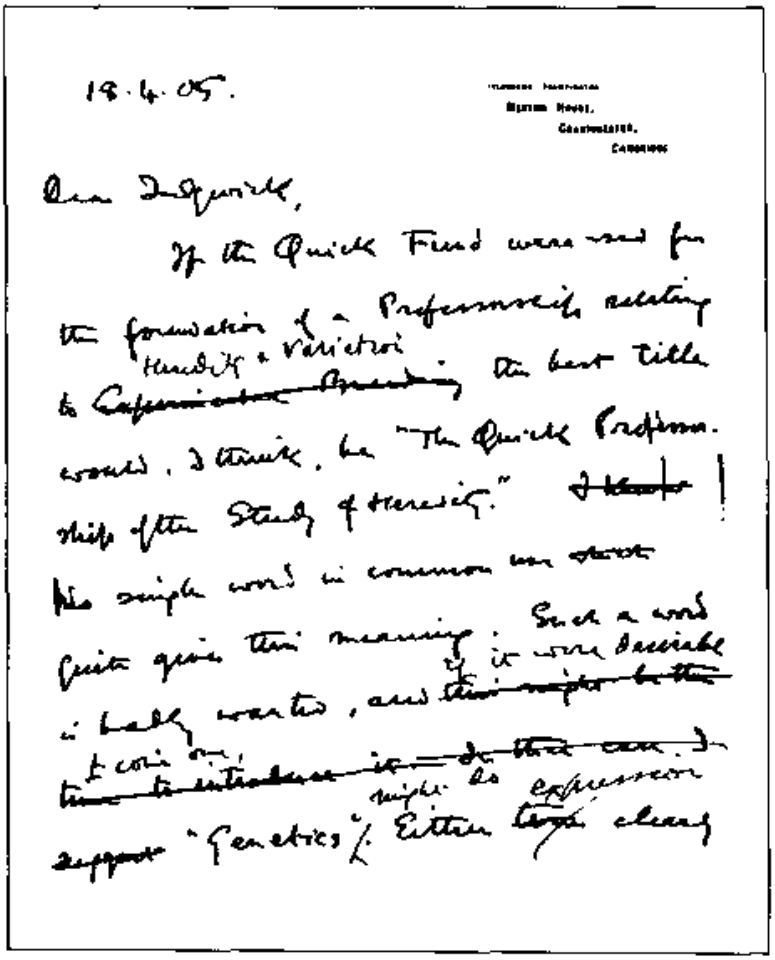


图 7.1　为在剑桥大学设立一个新的生物学教授席位而馈赠给它一笔遗产。这个席位最后分配给了原生动物学，这个决定是在威廉·贝特森的呼吁下才作出的。威廉·贝特森是英国孟德尔遗传研究的主要倡导者，这封信是他向剑桥大学校长亚当·塞奇威克教授，呼吁应该将这笔基金用于遗传学这个极有前途的领域。贝特森在这里创造了一个术语——遗传学。它第一次出现在印刷品中是在 1906 年："如果这笔快速基金将用于遗传变异教授席位的建立上，我想最好的题目将是'遗传研究的快速教授席位'。通常使用的词中，没有哪个单词能表达这个意思。但这样的一个词又是非常需要的，假如需要创造一个的话，'遗传学'也许可以。两种表达方式都清楚地包括了变异及其类似的现象。"(威廉·贝特森，1905；格雷戈里·贝特森)

简单、最低等的存在形式发展而来。”

遗传媒介以及控制其行为的规律——假如有的话——的实际性质，是早期进化生物学家面临的最大奥秘。但是，对一种遗传媒介的需要，不管它在多大程度上基于假设，也不管关于它的各种各样的构想有多荒谬，它对作为因果解释的历史解释来说，是非常重要的。通过遗传——最简单的定义是指两个相继产生的个体之间的基本（物质）联系——的方法，进化生物学家相信自己也可能对暂存过程的各连续阶段进行直接的比较，这一点对细胞解剖学家或胚胎学家来说，非常容易做到。遗传详细填补了历史记录中得到公认的不足之处，并由此完成了对进化事件作大量历史解释的论证。

那些动用历史解释的主要有生物形态的研究者、身体组成部分（细胞）的研究者、通过研究这些部分及其产物（组织、器官）以及它们在成体中的最终位置来研究生物产生的人，以及一个物种（相似生物形成的集合）向另一个物种转型的研究者。然而，生物学研究的问题远不止于此。19世纪期间，生物功能的研究变得越来越重要，这为该世纪末标记的生物学思想的重新定位准备了灵感、解释的概念和实验的手段。

功能取代形态而成为生物学研究的目标。来自形态学的反感给挑起来了，对描述和比较的厌恶也开始了。生理学拥有的一些很有价值的特点——对生物现象精确的也即定量的描述；对这些现象的实验控制；预见现象的强烈愿望——被扩展到生物学的极大多数甚至可能是所有的领域。正是生理学家的奋斗目标和实践在生物学许多专业的普遍扩展，在19世纪80年代和90年代期间改变了生物学的前景，并保证了一批遵纪守法、有抱负并受过前所未有的良好训练的年轻一代学者将有一个光明的前程，当然这批学者在当时已经确立了他们的人生目标。托马斯·亨利·赫胥黎

1874 年宣称："时间的视差帮助我们正确定位观念，正如空间的视差帮助我们定位星星一样。"实际上，这是他对自己所在的那一代人以及以前和当时的绝大多数生物学家说的更加实在的话。仅仅在 30 年之后，赫胥黎学术思想的嫡传弟子托马斯·亨特·摩尔根（Thomas Hunt Morgan，1866—1945）[①]在论及一门新的生物学时就这样说道：

> "这是一个相对较新的观念，即假如我们希望将动物学研究建立在物理学和化学的基础上，那么除了实验方法外，别无他途……我想大家都会承认，在现在的时代，对实验工作的需求大过对描述性和观察性研究的需求。"

摩尔根表示并没有任何要贬低那些献身于"生物学的描述性和历史性问题"的生物学家的意思，他们非常能干，其人数也仍然非常可观。他的目标并不是要去摧毁，而是要去建立，他的这一目标受到了广泛赞同。

在理解基本呼吸过程（从食物营养成分中释放出热和能量，供生物使用）的过程中获得的成就，可以作为 19 世纪生物学实验手段和概念精密性取得进步的例证。神经生理学或心血管生理学某些方面的发展，很大程度上也能说明这一点。生理学的成功似乎是该学科对实验探索强烈偏好的结果。实验首先就意味着要控制相关的环境条件——从对一般的温度或照度的控制到，例如，用特定的试剂对特定的身体部分进行特定程度的刺激——并预备合适的方法来精确地记录生物的反应。实验是一种发现的工具、核实的方法，而且通常是实验教学的基础。考虑到人可以支配生理条件，并且自然的规律性——即她的行为并不是变化莫测的——永远都有必要反复肯定，实验者们就可以随心所欲地改变这些条件，

① 美国胚胎学家遗传学家，因建立遗传的染色体学说获 1933 年诺贝尔奖。——译注

进而记录接踵而来的一系列的生命反应。

对生物体功能进行实验分析显然具有巨大的吸引力。当实验直接针对适当提出的问题并得到仔细执行时，它就能报以可靠无疑的知识。在许多人看来，这种确定性是仪器的功能。虽然仪器并不完美，但与传统生物学家观察、比较方法中明显的主观性相比，前者要好得多。另外，生理学的仪器使得原本在没有仪器帮助的情况下被忽视或无法进行的许多方面的生物研究成为可能。即使是缺乏复杂仪器的动物实验手术，依靠熟练的双手，也带来了可靠的数据。这又一次证明了实验在生理学研究中的核心作用。

没有哪个生物学家能够长时间地抗拒这样一个极有前途方法的诱惑。威廉·伊斯，尤其是威廉·鲁，在对生物学的一门分科——胚胎学——进行重定方向方面，就是杰出的例子（参见第三章）。他们对操纵胚胎发育条件的可能性及其方法的兴趣，很大程度上促进了现在仍然很有生气的实验胚胎学的创立。伊斯认为仅仅拒绝来自早期渐成论者尤其是冯·贝尔的观察法和比较法是没有用的。然而，他意识到了他们研究的不完善之处，因此，他说："在胚胎学研究中，不能忽视一般的科学方法即测量、称重和确定体积。"

类似的呼吁还有很多。19世纪80年代期间在各种各样的达尔文主义中训练起来的年轻人，很快就对摆在他们面前的主要目标表示了不满。这个目标就是通过比较解剖学、胚胎学和古生物学的方法来重现描述植物和动物的进化史。他们认为当时更重要的应是去分析变化的过程，而不是去寻找不一定能获得的关于变化产物的细节。真正适合这一新目标的唯一方法是对植物和动物的生殖行为以及遗传特征在后代中的分配进行实验分析。这样的研究才能回答进化论未解决的问题。"在试验性的进化论（大致上说，是一门研究杂交和环境影响的科学）中"，亨利·德·瓦里尼（Henry de Varigny）在他的《试验性的进化》（1892）一书中写道，"有我们惟一可以用于进化理论的试验。"然而，孟德尔的发现很快就

众所周知了，对遗传和变异的实验研究立刻就成为新遗传科学的核心。实验在这里又一次出现了，这次是出现在19世纪进化论推论的最深处，并同样带来了清晰性和（统计学上的）准确性。这一新方向在威廉·约翰森（Wilhelm Johannsen）书名简单的著作《遗传学入门》（1909）中，得到了有力的描绘。该书是关于遗传学知识最早的一本重要手册。

对实验的追求在其他地方也出现了。1870年后，细胞研究越来越多地针对身体条件，主要包括膜行为和渗透现象，后者保证了膜结构的化学活动。受精过程可以用化学和物理的刺激物加以人工诱导。分离的组织放在培养基中培养并保存。强有力的技术为生殖和生长的重要过程的无限制实验控制和评估打开了大门。罗伯特·科赫（Robert Koch，1843—1910）[①]卓越的实验活动及其告诫，加上创立科学的细菌学和疾病的病菌学说的主要人物路易·巴斯德的研究成果，到1880年时差不多已经证实，医学和预防性的健康检查将需要一个只有在实验室才能获得的新基础，甚至连头脑的意识状态以及本能，实验者也要去探索；从19世纪70年代开始，实验室成为心理学家的培养基地。新兴的生理心理学家试图通过使用精确的仪器以及合理运用刺激，来创立一门严格的心理科学，以取代反省并描述精神状态的传统方法。

生物学并没有丢弃对历史解释的追求。相反，历史解释获得了补充，但补充的新内容如此之多，以至于只能将它放在一个显然次要的位置上了。1900年的生物学著作中写着一个极有说服力的词：实验。老一代即伟大的进化论者的队伍迅速衰弱，而生物学的新成员都倾向于支持生理学家的生物学观点。如今越来越多地从

① 德国细菌学家，发明细菌纯培养和染色法，分离出炭疽杆菌（1876）和结核杆菌（1882）等病菌，提出鉴定某种微生物为相应传染病病因的“科赫原则”，获1905年诺贝尔医学奖。——译注

物理学和化学层面上并借助这些学科的概念和实验工具加以研究的功能，就意味着生命过程，意味着那些总和起来就是生命的日常的、分分秒秒都在发生的事件。实验生理学已经为这样的事件建立了一个研究模式，而这个模式——实验——对传统的生命历史学家来说，几乎没什么用处。但对其他人，对胚胎学家、细菌学家或遗传变异的研究来说，这个模式确实是一个新的典范。以实验的名义，一场改革生物学目标和方法的运动开始了。

# 文献提要

## 生物学

一般的生物学史，尤其是19世纪生物学史，很少能提供比仅有名字、日期和发现的简单记录更多的内容。然而，Erik Nordenskiøld的 *History of biology*（New York，1928）却是例外。该书覆盖的解剖学、胚胎学和博物学的内容比其中的生理学和进化论更可靠、更完全。另一个例外是由H. E. F. Garnsey翻译成英文、由Julius von Sachs撰写的 *History of botany*（*1530-1860*）（Oxford，1890）。唯一一本纯粹讲述19世纪生物学的英文作品是J. Arthur Thomson的 *The science of life. An outline of the history of biology and its recent advances*（Chicage，1899）。John T. Merz在他的经典著作 *A history of European thought in the nineteenth rentury*（reprint：New York，1964，Ⅱ，200—464）中提供了关于形态学、地质学和生物学中的历史解释，以及对生命一般问题的极有价值的讨论。生物学许多方面的进展与医学的进步，在R. H. Shryock的 *The development of modern medicine*（New York，1947）中被联系了起来。

生物学及其各分支可以在Everett Mendelsohn关于科学职业化问题的综述"The emergence of science as a profession in nineteenth-century Europe"中找到，该综述刊登在K. Hill主编的 *The management of scientists*（Boston，1964）上。关于这个问题还可以参阅Joseph Ben-David的优

秀分析"Scientific productivity and academic organization in nineteenth-century medicine", *American Sociological Reriew* 25 (1960): 828-843。William Swainson 在 *A preliminary discourse on the study of natural history* (London, 1839, 296—450)中叙述了关于赞助生物学研究和研究机构、尤其是博物馆的广泛而有争议的影响。关于生理学研究机构的产生可以参阅 Stephen d'Irsay 的 *Histoire des unirersités françaises étrangères* (Paris, 1935), Ⅱ, 280—290。

有两篇文章是关于生物学中历史解释应用的专用词及其他问题的(还可以参阅上面提到过的 Merz 的书): Walter Baron 和 Bernhard Sticker 的"Ansätze zur historischen Denkweise in der Naturforschung an der Wende vom 18. zum 19. Jahrhunder", *Sudhoffs Archiv* 47 (1963): 19—35; Walter Baron 的"Wissenschaftsgeschichtliche Analyse der Begriffe Entwicklung, Abstammung und Entstehung im 19. Jahrhundert", *Technikgeschichte* 35 (1968): 68—79。

## 形态

作为19世纪关于生物体本质和形成的一个综合性的叙述,尽管严格从字面上看,经常不太妥协,但再没有其他著作能取代 E. S. Russell 的 *Form and function* (London, 1916)了。该书在很大程度上对这一领域作了定义,这样就使原本混乱并且看似无关的生物学研究变得明白易懂。描写合理研究生物体形态的不同角度的教科书 *The interpretation of animal form* (New York, 1967),由 William Coleman 出版,其中还有一篇简短的历史小记和一篇文献提要。S. Bradbury 的 *The evolution of the microscope* (Oxford, 1967)讲述了显微镜的早期研究。

Marc Klein 开拓性的 *Histoire des origines de la théorie cellulaire* (Paris, 1936),可以由以下著作加以补充: Arthur Hughes 的一部可读性和可靠性都很强的著作 *A history of cytology* (London, 1959); John R. Baker

由5部分组成的精确分析"The cell-theory: A restatement, history and critique", *Quarterly Review of Microscopical Science* 89(1949):103—125; 90(1949):87—108;93(1952):157—190;94(1953):407—440;96(1955):449—481。在 Thomas S. Hall 的 *Ideas of life and matter* (Chicago, 1969)中,"Tissue, cell and molecule, 1800-1860"(Ⅱ,121—304)占了主要部分。一篇将细胞理论的创立和发展与更大的生物学个体问题联系起来的激动人心的文章是 Georges Canguilhem 的"La théorie cellulaire", *La connaissance de la vie*, ed.2(Paris, 1967),43—80。

关于细胞学说的奠基者和拥护者,可以参阅 Rembert Watermann 的 *Theodor Schuann, Leben und Werk* (Düsseldorf, 1960), Marcel Florkin 的 *Naissance et déviation de la théorie cellulaire dans l'oeuvre de Theodore Schuann* (Paris, 1960),以及 Erwin Ackerknecht 的 *Rudolf Virchow. Doctor, statesman, anthropologist* (Madison, 1953)。Virchow 的文集由 Leland J. Rather 翻译成英文 *Disease, life and man* (Stanford, 1958)。Mathias Jacob Schleiden 一直是吸引现代传记作家的人物,可以参阅 Jacob Lorch 为他的新版巨著所写的导言, *Principles of scientific botany* (reprint: New York, 1969), ix—xxxiv。

关于功能解剖学的思想,可以看 Stephen d'Irsay 的 *Albrecht von Haller. Eine Studie zur Geistesgeschichte der Aufklärung* (Leipzig, 1930), 34—45,和 Martin J. S. Rudwick 的"The inference of function from structure in fossils", *British Journal for the Philosophy of Science* 15(1964):27—40。关于 Bichat 及其组织概念的基本研究,可以看 A. Arène 的"Essai sur la philosophie de Xavier Bichat", *Archives d'Anthropologie Criminelle, de Médecine Légale et de Psychologie Normale et Pathologique* 25(1911):791—825。

关于19世纪胚胎学的问题和人物的总体介绍,最好的是 Jane M. Oppenheimer 的 *Essays in the history of embryology and biology* (Cambridge, Mass., 1967)。Elizabeth Gasking 的 *Investigations into generation.*

*1651-1828*(Baltimore, 1966)为将近 1850 年时的胚胎学提供了一个详细的综述和有趣的诠释。此外,还可以参考 A. W. Meger 的 *The rise of embryology* (Stanford, 1939)。Frederick B. Churchill 的两篇文章是关于 19 世纪末实验胚胎学产生的最初过程及其方法论上的困境的:"August Weismann and a break from tradition", *Journal of the History of Biology* 1 (1968):91—112;"From machine-theory to entelechy: Two studies in developmental teleology", Ibid. 2 (1969):165—185。关于比较胚胎学的大师 von Baer, 可以看 Boris Raikov 的 *Karl Ernst von Baer 1792-1876. Sein Leben und sein Werk* (Leipzig, 1968)。

德国神经生理学的发展及其在 19 世纪生物学中的作用也有简单的记录和完整的评估。Stephen F. Mason 的 *Main currents of scientific thought* (New York, 1956), 280—290,为此提供了一个简短而有启发性的概述。Owsei Temkin 在他的"German concepts of ontogeny and history around 1800"[*Bulletin of the History of Medicine* 24 (1950):227—246]中讨论了与生命历史和人的生活周期有关的问题,尤其是它们之间可能存在的相似性。对 19 世纪生物学的研究者来说,M. H. Abrams 的 *The mirror and the lamp. Romantic theory and the literary tradition* (New York, 1935,156—225)是一本非常有趣的书。Abrams 探讨了富有想像力的"机械论"和"机体论"的意义,并将它们与形而上学的传统联系起来,后者无疑也是生物学家应用神经生物学的基础。关于这一点,还可以看 Brigitte Hoppe 的"Deutscher Idealismus und Naturforschung. Werdegang und Werk von Alexander Braun (1805 bis 1877)", *Technikgeschichte* 36(1969):111—132。

R. C. Olby 在 *Origins of Mendelism* (London, 1966)一书中通过描述孟德尔主义在其第一个十年间的发展情况反映了 19 世纪遗传和变异的研究活动。相似的内容在 Hans Stubbe 的 *Kurze Geschichte der Genetik bis zur Wiederentdeckung der Vererbungsregeln Gregor Mendels*, ed.2 (Jena, 1965)一书中也可以找到,Stubbe 在该书中还提供了一个丰富的

文献提要。Gerald L. Geison 在"The Protoplasmic theory of life and the vitalist-mechanist debate"[*Isis* 60(1969):273—292]中,全面探讨了早期细胞理论各种大胆推论中的一个。细胞学研究确认了细胞核,并证实染色体可能是遗传的工具,这部分内容在 William Coleman 的"Cell, nucleus and inheritance: an historical study"[*Proceedings of the American Philosophical Society* 109 (1965): 124—158]中得到了描述。Edmund B. Wilson,美国重要的细胞学家,恐怕是 19 世纪细胞和个体发育研究活动的最好见证人。他在其经典专著 *The cell in development and inheritance* (1896),回顾了重新发现孟德尔之前最后十年的科学状态。这本书已有了修订版(New York, 1966), H. J. Muller 为它写了一篇重要的导言。

## 转型

关于进化论的历史以及查尔斯·达尔文的文献数量是极其巨大的,并且其中许多文献的质量及独创性都比较欠缺,因此读者极需一个值得信任的指南。达尔文《物种起源》发表 100 周年的那一年,即 1959 年,导致了新出版物的大量出现。对 1963 年间所发表文章的一个有用的指南是 Bert J. Loewenberg 的"Darwin and Darwin studies, 1959-1963," *History of Science A* (1965): 15—64。虽然比较遗憾的是 Loewenberg 在处理这些文献时,总体上是不加批判的,但他的文献提要非常丰富,并且还间接地提供了 1959 年之间发表的论著名录。

这一个百年中所取得的一项重大成就是 Loren Eiseley 的 *Darwin's century. Evolution and the men who discovered it* (Garden City, 1958)。Eiseley 综合叙述了 1859 年期间发生的事件,具有很强的可读性;他对后达尔文主义时期的记述是片断性的,其中没有什么使人满意的内容。实际上,对于 1859 年之后生物学兴趣发展的学术性研究本身

就比较杂乱，需要加以系统的探索。John C. Greene 在 *The death of Adam. Evolution and its impact on Western thought*（Ames，1959）一书中，涵盖的不仅止于19世纪的内容。他的书主要关注的是人类可能的进化史，加上其中许多精美的插图，使该书很有价值。一本关于进化史的重要文献集，其中很多是原创作品，是 H. Bentley Glass 等的 *Forerunners of Darwin，1745-1859*（reprint：Baltimore，1968）。Maurice Mandelbaum 在"The scientific background of evolutionary theory in biology"[*Journal of the History of Ideas* 18（1957）：342—361]中，探讨了进化论思想形成过程中的生物学和宗教因素；还可以看他的"Derwin's religious views"，Ibid. 19（1958）：363—378。David L. Hull 的"The metaphysics of evolution"，*British Journal for the History of Science* 3（1967）：309—377，深刻地回顾了从古代一直到整个19世纪有关可能存在物种的各种论据。

关于生物学家达尔文，还没有真正令人满意的传记。Paul B. Sears 的 *Charles Darwin. The naturalist as a cultural force*（New York，1950）和 Gavin de Beer 的 *Charles Darwin*（London，1963）是简洁而可靠的叙述。最近的重要研究是 Gertrude Himmelfarb 的 *Darwin and the Darwinian revolution*（London，1959），然而在接受 Himmelfarb 对达尔文科学研究的描写时需要非常谨慎。Geoffrey West 的 *Charles Darwin. A portrait*（New Haven 1938）描绘了达尔文的敏感气质，其地位一直没被取代。关于达尔文最初如何明确他的观点，可以看 Sydney Smith 的"The origin of 'The Origin'"，*The Advancement of Science* No. 64（1960）：391—401。

阿尔弗莱德·鲁塞尔·华莱士的科学活动可以在 Wilma George 的 *Biologist philosopher. A study of the life and writings of Alfred Russell Wallace*（London，1964）中找到。关于这方面内容还可以参考 H. Lewis McKinney 的重要文章"Alfred Russell Wallace and the discovery of natural selection"，*Journal of the History of Medicine* 21（1966）：333—357。G. Bed-

dall 重新考查了华莱士和达尔文相互关系中明显含糊不清的地方，并强调了他们在生物地理学中的博物学研究："Wallace, Darwin and natural selection. A study in the development of ideas and attitudes", *Journal of the History of Biology* 1 (1968): 261—323。Camille Limoges 的 *La sélection naturelle. Etude sur la première constitution d'un concept (1837-1859)* (Paris, 1970)，充分讨论了(用 Darwin 的原稿)自然选择思想的发展过程。

达尔文的出版物，由 R. B. Freeman 收集在 *The works of Charles Darwin. An annotated bibliographical hand list* (London, 1965)中。达尔文重要著作第一版(1859)的摹本在 1964 年发行，并由 Ernst Mayr 写导言：*On the origin of species* (Cambridge, Mass., 1964)。由 Nora Barlow 以全文形式出版的 *The autobiography of Charles Darwin, 1809-1882* (London, 1958)，是一本非常有意思的自传，是达尔文最亲切的文章。事实上，达尔文和维多利亚时期的大多数博物学家都有极好的私人往来，写的时候就注明是私人关系，其实无疑是考虑到最后的出版。Nora Barlow 曾出版过达尔文与他所敬爱的导师 Henslow 之间的往来——一些披露达尔文进化论思想发展过程的信件：*Darwin and Henslow. The growth of an idea. Letters 1831-1860* (London, 1967)。

Loewenberg 列出了几项关于 19 世纪许多博物学家的传记或其他方面的研究，这些博物学家都从某种角度反对"物种问题"。非常显眼的是，关于拉马克的事业和思想，还没有一个完整的分析性的叙述。但是，可以看看 Marcel Landrieu 的 *Lamarck. Le fondateur du transformisme* (Paris, 1909)，和 Charles C. Gillispie 的 "The formation of Lamarck's evolutionary theory", *Archives Intérnationales d'Histoire des Sciences* 9 (1956): 323—338。关于居维叶，可以看 William Coleman 的 *Georges Cuvier, zoologist. A study in the history of evolution theory* (Cambridge, Mass., 1964)，以及 "Journées d'Etudes: George Cuvier", *Revue d'Histoire des Science* 23 (1970): 1—92。关于阿加西，可以看 Edward Lurie 的

*Louis Agassiz. A life in science* (Chicago, 1960), 以及 Ernst Mayr 的"Agassiz, Darwin and evolution", *Harvard Library Bulletin* 13(1959):165—194。关于达尔文最杰出的美国支持者 Asa Gray, 可以看 A. Hunter Dupree 的 *Asa Gray. 1810-1888* (Cambridge, Mass., 1959); 关于达尔文重要的英国支持者 Hooker, 可以看 W. B. Turrill 的 *Joseph Dalton Hooker* (London, 1963)。关于托马斯·亨利·赫胥黎和理查德·欧文这两位与达尔文自然选择假说持反对立场的坦率的主人公, 再没有比 Lamarck. P. Chalmers Mitchell 处理得更好的了, *Thomas Henry Huxley. A sketch of his life and work* (New York, 1900)恐怕是对赫胥黎活动的最好但又是普通的叙述。关于欧文就没有什么有价值的东西了, 甚至连维多利亚时期非常典型的《生平与书信》都没有; 欧文的文集为这一类作品提供了一个特别神圣而令人敬畏的例子。关于进化生物学家以及他们在英国和美国以外的批评者们的研究是极其缺乏的, 在这方面得到最出色研究的是恩斯特·海克尔。然而, 可以看 Piet Smit 写的优秀的综述"Ernst Haeckel and his Generelle Morphologie: an evaluation", *Janus* 54(1967):236—252, 还可以看 Ernst Gaupp, *August Weismann, Sein Leben und sein Werk* (Jena, 1917)以及 Fritz Baltzer 的 *Theodor Boveri. Life and work of a great biologist*, 该书由 D. Rudnick 翻译(Berkeley, 1967)。Georg Uschmann 关于耶拿大学动物学教学和研究的报告, 为德国学院生物学的机构基础提供了一个让据充分的描述: *Geschichte der Zoologie und der zoologischen Anstalten in Jena, 1779-1919*(Jena, 1959)。耶拿大学是海克尔进化论思想传播的中心。Richard Goldschmidt 在 *Portraits from memory. Recollections of a zoologist* (Seattle, 1956)中, 对德国大学的科学活动作了一个愉快而非常个人的叙述。

Archibald Geike 的 *The founders of geology*, ed. 2 (London, 1905)仍然很有价值; 还可以参阅 C. C. Beringer 的地质学简史: *Geschichte der Geologie und der geologischen Welthilfes* (Stuttgart, 1954)。Edward Bailey 的

*Charles Lyell*（London，1962），虽然分量较轻，但它是该地质学家最近唯一的一本传记（Leonard G. Wilson 正在准备描述该地质学家色彩斑斓生活经历的传记）。关于地质力，可以看 Reijer Hooykaas 的 *Natural law and divine miracle. The principle of uniformity in geology, biology and theology*, ed. 2（Leiden，1963）；Leonard G. Wilson 的"The origins of Charles Lyell's uniformitarianism", *Special Paper no. 89*: *Geological Society of America* 1967:35—62；Martin J. Rudwick 的"Lyell on Etna, and the antiquity of the earth"；以及 Cecil J. Schneer 主编的 *Toward a history of geology*（Cambridge，Mass，1969），288—304。另外还可以参阅 Rudwick 的"The strategy of Lyell's *Principles of geology*", *Isis* 61（1970）:4—33。对我们了解莱伊尔和进化理论发展有极其重要帮助的是 Leonard G. Wilson 主编的 *Sir Charles Lyell's scientific journals on the species question*（New Haven，1970）。"时间"在早期地质学中被理解为一种因素，这是 Francis Haber 的 *The age of the world. Moses to Darwin*（Baltimore，1959）中的主题。

正像上面所提到的，对达尔文之后的进化生物学探讨得很少。关于各种进化假说——包括达尔文的假说——的一个便利但不缜密的综述可以在 Yves Delage 和 Marie Goldsmith 的 *The theories of evolution*（New York，1912）中找到，该书由 A. Triden 翻译。Vernon L. Kellogg 的一本极其出色的书 *Darwinism today*（New York，1907），为 19 世纪末时进化学说所遇到的极度混乱做出了一个振奋人心的评价。Garland E. Allen 的两篇文章考查了进化论者的一些紧密相联的不确定处："Thomas Hunt Morgan and the problem of natural selection", *Journal of the History of Biology* 1（1968）:113—139；"Hugo de Vries and the reception of the Mutation Theory", Ibid. 2(1969):55—88。有四篇未发表的博士论文讨论了不同国家对达尔文进化理论的科学的接受：Pierce C. Mullen 的 *The preconditions and reception of Darwinian biology in Germany, 1800-1870*（University of California，Berkeley，1964）；Robert E. Stebbins

的 *French reactions to Daarwin*, *1859-1882*（University of Minnesota, 1965）；Edward J. Pfeiffer 的 *The reception of Darwinism in the United States*（Brown University, 1965）；以及 Joe D. Burchfield 的 *The age of the earth. The theories and influence of Lord Kelvin*（Johns Hopkins University, 1969）。

Alvar Ellegård 仔细地评价了英国公众对达尔文的反应：*Darwin and the general reader. The reception of Darwin's theory of evolution in the British periodical press, 1859-1872*（Göteborg, 1958）；另可参阅 Ellegård 的文章"The Darwinian theory and nineteenth-century philosophies of science", *Journal of the History of Ideas* 18（1957）：362—393。关于达尔文主义在美国的影响，可以看 Stow Persons 主编的 *Evolutionary thought in America*（New Haven, 1950），以及 George H. Daniels 的 *Darwinism comes to America*（Waltham, 1968）。Richard Hofstadter 在 *Socih Darwinism in American thought*, ed. 2（Boston, 1955）中，对这个主题的作了独到的论述。在 *Rendezvous with destiny*, ed. 2（New York, 1956）中，Eric F. Goldman 考查了美国社会达尔文主义中可能发生的改良运动。比 Hofstadter 著作的综合性差一些但同样有价值的一本著作——尤其是在处理此前研究得很少的达尔文主义社会应用在德国的影响时更是如此——是 Hedwig Conrad-Martius 的 *Utopien des Menschenzüchtung; der Sozialdarwinismus und seine Folgen*（Munich, 1955）。关于科学与其他思想潮流——包括在达尔文之前及之后的——之间的相互作用，Robert M. Young 的"Malthus and the evolutionists: the common context of biological and social theory", *Past and Present* No. 43（1969）：109—141，是非常重要的。被认为由达尔文促成的神学大发展是众所周知的，但无论如何都不是进化理论来临过程中研究得最充分的方面。关于这一争论的背景，在 Charles C. Gillispie 的 *Genesis and geology. A study in the relations of scientific thought, natural theology, and social opinion in Great Britain, 1790-1850*（Cambridge, Mass., 1951）中得到了充分的展现，其中还包括关于这一主题的极出色的文献提要。此外，还可以参阅 Ernst Benz 的 *Evolution and Christian hope*（Garden City, 1966），由 H. G. Frank 翻译；以及 John Dillenberger 的 *Protestant thought and natural science*

(Garden City, 1960)。John Kent 在他的小册子 *From Darwin to Blatchford. The role of Darwinism in Christian apologetic, 1875-1910* (London, 1966)中,简要地描写了英国圣公会对达尔文的反应。整个主题需要重新作评估,而天主教评论者的观点值得特别关注。

## 人学

研究人类的历史几乎触及作为个体和社会的人的活动的每一个方面。在自然中,严格人类学意义上的研究兴趣是非常不容易界定的,但有一个有用的方法是对这一难题作历史分析。三本近期的作品对 19 世纪期间人类学学说作了很有价值的评估。J. W. Burrow 的 *Evolution and society. A study in Victorian social theory* (Cambridge, 1966)比较难,但它却对英国从 1860 年至 1890 年这有决定意义的几十年作了极有价值的研究。Paul Mercier 的 *Histoire de l'anthropologie* (Paris, 1966)强调的是当代,它关于社会人类学兴起的讨论特别有用。Wilhelm E. Mühlmann 的 *Geschichte der Anthropologie*, ed. 2 (Frankfurt am Main, 1968)提供了关于人类学发展所有方面的一个综合性回顾,并附有一个关于该主题文献的极其宝贵的书目指导。George W. Stocking 在他的 *Race, culture and evolution: essays in the history of anthropology* (New York, 1968)一书中,收集了他关于人类学历史的许多振奋人心的文章,以及他对人类学方法的详尽阐述。更大众化的作品是 H. R. Hayes 的 *From ape to angel. An informal history of social anthropology* (New York, 1958),以及 Abram Kardiner 和 Edward Preble 的 *They studied man* (New York, 1961)。老的研究论著包括 Robert H. Lowie 的 *The history of ethnological theory* (New York, 1937),和 T. K. Penniman 的 *A hundred years of anthropology* (London, 1935)依然十分有用。

人类学和社会学之间的区别在这些学科发展的早期很容易被忽略,后者的历史对理解前者的发展很有帮助。特别值得一看的是 Howard Becker 和 Harry E. Barnes 的 *Social thought from lore to science*, ed. 2 (Washing-

*ton, 1952)*,这是一本信息量极大的书;*Emory S. Bogardus* 的 *The development of social thought* (New York, 1940);以及 Robert Mackintosh 的 *From Comte to Benjamin Kidd. The appeal to biology or evolution for human guidance* (New York, 1899),该书特别有趣的是作者所处的时代人们对人类学的评价。Cynthia E. Russett 在 *The concept of equilibrium in American social thought* (New Haven, 1966)中,清楚地考查了强调社会机体的稳定性或平衡的美国社会学的背景。E. E. Evans-Pritchard 在 *Social anthropology and other essays* (reprint: New York, 1964, 1—134)中,极好地描述了社会人类学的开端及所关注内容的大致情况。

Margaret T. Hodgen 在 *Early anthropology in the sixteenth and seventeenth centuries* (Philadelphia, 1964)中描述了人类学形成时期的情况。Roy H. Pearce 在 *Savagism and civilization. A study of the Indian and the American mind*, ed. 2 (Baltimore, 1965)中描述了西方人与异己文化的接触。关于 18 世纪时人们对各种不同环境条件下的人的思考兴趣及其哲学道德基础,有两本教科书提供了最好的介绍:J. S. Slotkin 主编的 *Readings in early anthropology* (Chicago, 1965); Louis Schneider 的 *The Scottish moralists. On human nature and society* (Chicage, 1967)。Gladys Bryson 的 *Man and society* (Princeton, 1945)则全面回顾了苏格兰道德论者的学说。

关于"比较法",有许多论著,它们通常都带有争辩的特点。值得一看的是 Erwin H. Ackerknecht 的"On the comparative method in anthropology", R. F. Spencer 主编的 *Method and perspective in anthropology. Papers in honor of Wilson D. Wallis* (Minneapolis, 1954), 117—125; Kenneth E. Bock 的"The comparative method of anthropology", *Comparative Studies in Society and History* 2 (1966): 269—280;以及 William N. Fenton 的"J.-F. Lafitau (1681—1746), precursor of scientific anthropology", *Southwestern Journal of Anthropology* 2 (1969): 173—187。

Kenneth Bock 在"Darwin and social theory"[*Philosophy of Science* 22(1956): 123—134]中,讨论了生物学和社会学进化理论之间被认为非常亲密的关

系。关于这一题目更丰富的信息可以参考 Idus L. Murphree 的"The evolutionary anthropologists: the progress of mankind. The concepts of progress and culture in the thought of John Lubbock, Edward B. Tylor and Lewis H. Morgan", *Proceedings of the American Philosophical Society* 105 (1961):265—300。

Glyn Daniel 的 *The idea of prehistory* (Cleveland, 1963)是对考古学历史的极好的介绍。重要的考古学教材是 Robert F. Heizer 主编的 *Man's discovery of his past. Literary landmarks in archeology* (Englewood Cliffs, 1962)。John R. Baker, 在"Cro-magnon man, 1868-1968"[*Endeavor* 27 (1968):87—90]中描述了现代人残留物的发现。

A. Irving Hallowell 的"The beginnings of anthropology in America"和 Frederica de Laguna 主编的 *Selected papers from the American anthropologist, 1888-1920* (Evanston, 1960,1—104),都覆盖了比它们的题目所显示的范围更广泛的材料。Jacob W. Gruber 的"Horatio Hale and the development of American anthropology", *Proceedings of the American Philosophical Society* 111 (1967):5—37 也是这样。关于美国的种族主义思想,对其早期观点作重要回顾和审视的是 Winthrop D. Jordan 的 *White over black. American attitudes toward the negro, 1550-1812* (Chapel Hill, 1968); William Stanton 对人类学"美国学派"完整的叙述 *The leopard's spots. Scientific attitudes toward race in America, 1815-1859* (Chicago, 1960); T. F. Gossett 的 *Race: the history of an idea in America* (Dallas, 1963); 以及 Mark H. Haller 出色的调查报告 *Eugenics. Hereditarian attitudes in American thought* (New Brunswick, 1963)。

对建立社会科学的可能性及步骤的早期提倡者和晚期支持者的传记性和分析性叙述——不同叙述的质量明显不同——有:Frank N. Manual 的 *The prophets of Paris* (Cambridge, Mass., 1960), 其中包括了关于孔德社会学观点的背景及发展的极为出色的讨论;Keith N. Baker 的"Scientism, elitism and liberalism: the case of Condorcet", *Studies on Voltaire and the Eighteenth Century* 55 (1967): 129—165; Carl Resek 的 *Lewis Henry Morgan. American scholar* (Chicago, 1960); Emile Durkheim 等的 *Essays on sociology and philosophy, with*

*appraisals of his life and thought*，由 K. H. Wolff 主编（reprint；New York，1964）；Melville J. Herskovits 的 *Franz Boas. The science of man in the making*（New York，1953）；以及 Raymond Firth 主编的 *Man and culture. An evolution of the work of Malinowski*（London，1957）。关于英国最热切的形而上学家，并没有令人满意的完整叙述，但可以看 Hector Macpherson 的 *Herbert Spencer. The man and his work*，ed. 2（London，1901）；J，Arthur Thomson 的 *Herbert Spencer*（London，1906），该书对斯宾塞生物学观点的叙述特别有价值。Sydney Eisen 在"Herbert Spencer and the spectre of Comte"[*Journal of British Studies* 7(1967)：48—67]中，比较了斯宾塞和孔德在科学分类的重要问题上的观点。

## 功能

关于19世纪生理学这个庄严的领域，并没有以英文形式存在的综合可靠的调查，即使是价值较小的作品也很少。对该段时期思想学派及其问题的一个大致的介绍是 K. E. Rothschuh 的 *Geschichte der Physiologie*（Berlin，1953），91—224，这是一本非常有用的书。Rothschuh 在"Ursprünge und Wandlungen der physiologischen Denkweise im 19 Jahrhundert"[*Physiologie im Werden*（Stuttgart，1969），155—181]中，再次强调了关于他所研究课题的广泛主题。Georges Canguilhem 在其杰出的文章"La constitution de la physiologie comme science"[*Etudes d'histoire et de philosophie des sciences*（Paris，1968），226—273]中，考查了导致一门科学产生的各种学科和兴趣。Everett Mendelsohn 在"The biological sciences in the nineteenth century：some problems and sources"[*History of Science* 3(1964)：39—59]中，回顾并列出了关于生理学方面、尤其是19世纪早些时候的生理学内容的最近的研究资料。John F. Fulton 和 Leonard G. Wilson 的 *Selected readings in the history of physiology*，ed. 2（Springfield，Ill.，1966），提供了自19世纪以来的评论和许多主题，该书明显侧重于医学生理学。关于生理学在医生的培训和工作中地位的振

奋人心的讨论，可以在 Owsei Temkin 的"The dependence of medicine on basic scientific thought"中找到，该文章收在 C. McC. Brooks 和 P. F. Cranefield 主编的 *The historical development of physiological thought* (New York, 1959, 5—21)中。Dietmar Rapp 在 *Die Entwicklung der physiologischen Methodik von 1784 bis 1911. Eine quantitative Untersuchung* (Münster, 1970)中，对各种生理学仪器的介绍和应用作了极有启发性的记录。

19 世纪呼吸生理学的背景在 Everett Mendelsohn 的 *Heat and life. The development of the theory of animal heat* (Cambridge, Mass., 1964)中得到充分展示。G. J. Goodfield 则为 1800—1850 年呼吸生理学的背景提供了一个更透彻的调查，并试图解决机械论-活力论的争执：*The growth of scientifie physiology* (London, 1960)。19 世纪呼吸生理学的主要研究可以参阅 Charles A. Culotta 未发表的博士论文：*A history of respiratory theory: Lavoisier to Paul Bert, 1777-1880* (University of Wisconsin, 1968)；还可以参考 Culotta 的"Tissue oxidation and theoretical physiology: Bernard, Ludwig and Pflüger", *Bulletin of the History of Medicine* 44 (1970): 109—140；以及 Bradley T. Scheer 的"The development of the concept of tissue respiration", *Annals of Science* 4 (1939): 295—305。David Keilin 的 *History of cell respiration and cytochrome* (Cambridge, 1966)关注的是 20 世纪，然而，他对早期研究的讨论(1—139)是非常重要的。Thomas S. Kuhn 的"Energy conservation as an example of simultaneous discovery", *Critical problems in the history of science* (Madison, 1959), 321—356，是关于能量守恒的一个重要综述，该书由 M. Clagett 主编。在 William R. Grove 等的 *The correlation and conservation of forces. A series of expositions*, ed. 6 (London, 1874)中，读者会发现关于能量学说的性质和含义的大量讨论。在这方面最有用的是 George Rosen 的"The conservation of energy and the study of metabolism"，该文章收于 Brooks 和 Cranefield 主编的 *The historical development of physiological thought*, 243—263。

关于动物机器的概念，可以看 A. Vartanian 的 *La Mettrie's L'homme machine. A study in the origins of an idea* (Princeton, 1960)。关于 Lavoisier 和化学

革命，可以参阅 Douglas McKie 的 *Antoine Lavoisier*（London，1935）和 J. R. Partington 的 *A history of chemistry*（London，1962），Ⅲ，362—495。Everett Mendelsohn 在"The controversy over the site of heat production in the body"[*Proceedings of the American Philosophical Society* 105（1961）：421—420]中，回顾了大约 1840 年时有关生物体内产热的可能场所的各种观点。

对新陈代谢研究历史的探讨，一直是生理学家本身的领域，直到最近才吸引了历史学家的关注。虽然 Graham Lusk 散乱的文章"A history of metabolism"——该文章收于 L. F. Barker 主编的 *Endocrinology and metabolism*（New York，1922），Ⅲ，1—78——会激怒最懒散的历史批评家，但它仍是关于这一主题唯一的全面调查。看上去面很窄，但实际上很有启发性的作品是 Charles A. Browne 的 *Source book of agricultural chemistry*（Waltham，1944）。对 19 世纪 30 年代和 40 年代的法国农业化学家们进行现代研究是非常必要的，这方面可以参阅 Richard C. Aulie 很有价值的文章"Boussingault and the nitrogen cycle"，*Proceedings of the American Philosophical Society* 114（1970）：435—479。Elmer V. McCollum 为他的 *A history of nutrition. The sequence of ideas in nutrition investigations*（Boston，1957）精心选择了材料。Nikolaus Mani 对肝脏功能研究的综合性调查与普通新陈代谢问题是高度相关的：*Der historischen Grundlagen der Leberforschung*（Basel，1967），Ⅱ，250—369。Friedrich Müller 的"Die Entwicklung der Stoffwechsellehre und die Münchener Schule"，*Münchener medizinische Wochenschrift* 80（1933）：1656—1655，是对德国新陈代谢研究主要学派的个人的叙述。

称"生物化学"是 19 世纪的科学恐怕是不合适的。但是，生命过程的化学当然是那段时期得到越来越多的研究的课题，而关于这一活动的历史调查也增加了。关于这一学科定位的重要研究是 Frederick L. Holmes 的"Elementary analysis and the origins of physiological chemistry"，*Isis* 54（1963）：50—81。还可以参阅 Erwin N. Hiebert 的"The problem of organic analysis"，*Mélanges Alexandre Koyre*（Paris，1964，Ⅰ，303—325），该书由 I. B. Cohen 和 R. Taton 主编。Holmes 在给尤斯图斯·李比希的 *Animal chemistry，or organic*

*chemistry in its application to physiology and pathology* (reprint: New York, 1964) 写的豪爽导言中,介绍了新陈代谢或食物中营养成分的"平衡"研究课题;该书由 W. Gregory 主编。Aaron Ihde 的 *The development of modern chemistry* (New York, 1964), 418—442,643—670,广泛覆盖了"生理化学"和"生物化学"的发展,并附有重要的书目讨论。关于发酵和化学,可以看 James B. Conant 的 *Paster's study of fermentation* (Cambridge, Mass., 1952)。

有关化学活力论的令人费解的研究获得了其自己的生命力。John H. Brooke 的"Wöhler's urea, and its vital force? —A verdict from the chemists", *Ambix* 15 (1968):84—113,非常严厉地打击了被韦勒否定掉的活力论信仰。Berzelius 关于这些讨论的观点,在 Bent S. Jørgensen 的"Berzelius und die Lebenskraft"[*Centaurus* 10 (1964):258—281]中得到了很好的体现。Timothy O. Lipman 的两篇文章探讨了李比希"活力论"的含糊之处:"The response to Liebig's vitalism", *Bulletin of the History of Medicine* 40 (1966):511—524;"Vitalism and reductionism in Liebig's physiological thought", *Isis* 58 (1967):167—185。关于李比希和活力论,还可以看 G. J. Goodfield 的 *Growth of scientific physiology*, 113—115。Jean Jacques 在"Le vitalisme et la chimie organique pendant la première moitié du XIX^e^ siècle"[*Revue d'Histoire des Sciences et de Leurs Applications* 3 (1950):32—66]中描绘了化学家对这些事物探讨的方法;而更完整的讨论,并用当时的成果进行描绘的是 O. Theodor Benfey 的 *From vital force to structural formulas* (Boston, 1964)。Thomas S. Hall 的 *Ideas of life and matter* (Chicago, 1969)第 25 章、第 28—36 章、第 43—45 章,为 20 世纪之前的各种"活力论"提供了一个极其宝贵的分类。

最近的学术研究将物理主义者的选择基本上缩小到生理学还原论的特殊范围内。虽然这一做法的合理性还需要加以证实,但还没有具有说服力的可替代的解释出现;19 世纪大规模的生理学还原论是历史学家的产品还是在科学合理化过程中的一个中心论题——恐怕正是它的中心论题,还有待确定。将这一主题充分表现出来的是 Owsei Temkin 的"Materialism in French and German physiology in the early nineteenth century", *Bulletin of*

*the History of Medicine* 20(1946):322—327,以及 Paul C. Cranefield 杰出的文章"The organic physics of 1847 and the biophysics of today", *Journal of the History of Medicine* 12(1957):407—423。接下去是 Everett Mendelsohn 对还原论者的解释进行了最有力的探讨,特别值得一看的是他的"Physical models and physiological concepts; explanation in nineteenth-century biology", *British Journal for the History of Science* 2 (1965): 201—219。Everett Mendelsohn 等主编的 *Journal of the History of Biology* 2 (1969, No.3)是生物学中关于解释的研讨会的记录,包括关于还原论用法的各种文章和批评。其中特别有价值的是 Kenneth F. Schaffner 温和的发言:"Theories and explanations in biology",19—33;还可以参阅他的"Antireductionism and molecular biology", *Science* 157 (1967):644—647。

还原论者所声称的敌人——提倡一种自发的"活力"的人——的观点,在一本较老的选集中有简洁的说明:Alfred Noll 主编的 *Die Lebenskraft in den Schriften der Vitalisten und ihrer Gegner* (Leipzig, n.d.)。关于柏林团体的传记材料比较容易获得。Heinz Schröer 的 *Carl Ludwig. Begrundung der messenden Experimentalphysiologie* (Stuttgart, 1967)很好地描述了教师们优秀的研究和教学工作,并且还为 19 世纪期间自觉实验生理学的产生提供了恐怕是最有用的介绍。关于迪布瓦-雷蒙,可以参阅 Heinrich Boruttau 的 *Emil Du Bois-Reymond* (Vienna, 1922);关于布吕克,可以参阅 Ernst T. Brücke 的 *Ernst Brücke* (Vienna, 1928);关于作为生理学家的亥姆霍兹,可以参阅 John McKendrick 的 *Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz* (London, 1899)。关于早期还原论者的学术大师、其观点为后者所否认的约翰尼斯·弥勒,可以看 Wilhelm Haberling 的 *Johannes Müller. Das Leben des rheinischen Naturforschers* (Leipzig, 1924),以及 Gottfried Koller 的 *Johannes Müller. Das Leben des Biologens, 1801-1858* (Stuttgart, 1958)。

生理学解释中实证主义的讨论一般都集中在克劳德·贝尔纳身上;其观点尤其是在法国以外的阐明和传播,值得进一步研究。对贝尔纳实证主义最清晰、最有说服力的叙述是 D.G. Charleton 的 *Positivist thought in France*

*during the Second Empire, 1852-1870* (Oxford, 1959), 72—85。孔德对法国生物学思想的影响可以在 Georges Canguilhem 的"La philosophie biologique d'Auguste Comte et son influence en France au XIX^e siècle"[*Etudes d'Histoire et de Philosophie des Sciences*, 61—74]中找到。Canguilhem 还用了几篇文章讨论贝尔纳科学研究和哲学姿态的不同方面,这些文章重刊于 *Etudes d'Histoire et de Philosophie des Sciences*, 127—172。另一本关于贝尔纳及其工作和学术关系的特别有价值的文集是 Joseph Schiller 的 *Claude Bernard et les problemes scientifiques de son temps* (Paris, 1967)。Schiller 的短文"Claude Bernard and the cell", *The Physiologist* 4(1961):62—68,也值得注意。贝尔纳由于其生理学内环境的概念而赢得了巨大的荣誉;Frederick L. Holmes 将这一概念与贝尔纳对细胞理论的兴趣联系在一起:"The *milieu intérieur* and the cell theory", *Bulletin of the History of Medicine* 37(1963):315—335;他还讨论了该观点对贝尔纳各种生理学观点的重要性:"Claude Bernard and the *milieu intérieur*", *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 16(1963):369—376。J. M. D. 和 E. H. Olmsted 的 *Claude Bernard and the experimental method in medicine* (reprint: New York, 1961),对贝尔纳的努力进行了有效的、总体的评估;他们的另一本书 *François Magendie* (New York, 1944),对贝尔纳的导师弗朗索瓦·马让迪进行了非常出色的研究,其导师本身也是一位极其能干的实验生理学家。

# 英汉译名对照

| | |
|---|---|
| Abbe, Ernst | 恩斯特·阿贝 |
| Academy of Natural Sciences | 自然科学学院 |
| Adaptation | 适应 |
| Agassiz, Louis | 路易斯·阿加西 |
| American School of Anthropology | 人类学的美国学派 |
| *Anatomia animata* | 活体解剖学 |
| Anatomy | 解剖学 |
| Anatomy, functional | 功能解剖学 |
| Animal heat | 动物热 |
| Animal machine | 动物机器 |
| Anthropology, evolutionary | 进化人类学 |
| Archeology | 考古学 |
| Argentina | 阿根廷(南美洲国家) |
| Aristotle | 亚里士多德 |
| Artificial selection | 人工选择 |
| Aryan | 雅利安人 |
| Atheism | 无神论 |
| Augustine | 奥古斯丁 |
| *Australopithecus* | 南方古猿(最早从非洲发现的似人高等灵长类化石的名称) |

| | |
|---|---|
| Bacon, Francis | 弗兰西斯·培根 |
| Baer, Carl Ernst von | 卡尔·恩斯特·冯·贝尔 |
| Bayliss, William | 威廉·贝利斯 |
| H. M. S. Beagle | H·M·S·比格尔 |
| Bell, Charles | 查尔斯·贝尔 |
| Berlin | 柏林(德国城市) |
| Bernard, Claude | 克劳德·贝尔纳 |
| Bert, Paul | 保尔·伯特 |
| Berzelius, Jöns Jacob | 约恩斯·雅各布·贝尔塞柳斯 |
| Biblical interpretation | 《圣经》阐释 |
| Bichat, Xavier | 沙维尔·比沙 |
| Biochemistry | 生物化学 |
| Biogenetic law | 重演律 |
| Biology | 生物学 |
| Bonn | 波恩(德国城市) |
| Botanic gardens | 植物园 |
| Blood pigments | 血色素 |
| Boucher de Perthes, Jacques | 雅克·布歇·德佩尔特斯 |
| Brazil | 巴西(南美洲国家) |
| Breeding experiments | 育种实验 |
| Breslau | 布雷斯劳(波兰西南部城市弗罗茨瓦夫的旧称) |
| Brisseau-Mirbel, Charles | 查尔斯·布里索-米贝尔 |
| Britain | 英国 |
| British Museum | 英国博物馆 |
| Brücke, Ernst | 恩斯特·布吕克 |
| Buchner, Edvard | 爱德华·巴克纳 |
| Buchner, Ludwig | 路德维希·巴克纳 |
| Buckland, William | 威廉·巴克兰 |

| | |
|---|---|
| Buffon, comte de(Georges Louis Leclerc) | 布丰伯爵(乔治·路易·莱克勒克) |
| Bury, John Bagnell | 约翰·巴格内尔·伯里 |
| Cain | 该隐 |
| Calorimeter, bomb | 弹式量热器 |
| Cambridge University | 剑桥大学 |
| Carus, Carl Gustav | 卡尔·古斯塔夫·卡勒斯 |
| Catalysts | 催化剂 |
| Cell, division; nucleus; theory | 细胞分裂;细胞核;细胞理论 |
| Cell, derived from nutritive fluid | 从营养流质中产生的细胞 |
| Cell theory and physiology | 细胞理论和细胞生理学 |
| Cellular pathology | 细胞病理学 |
| "Cellular" tissue | "细胞状"组织 |
| Chambers, Robert | 罗伯特·钱伯斯 |
| Chemical vitalism | 化学活力论 |
| Chromosomes | 染色体 |
| Civil War, American | 美国内战 |
| Classification of organisms | 生物体的分类 |
| Comparative anatomy | 比较解剖学 |
| Comparative embryology | 比较胚胎学 |
| Comparative linguistics | 比较语言学 |
| Comparative method | 比较方法 |
| Competition | 竞争 |
| Comte, Auguste | 奥古斯特·孔德 |
| Condercet, marquis de [M.J.A.N.Caritat] | 孔多塞侯爵(M·J·A·N·卡里塔特) |
| Conservation of energy | 能量守恒 |
| Conservation of matter | 物质守恒 |
| Creative power and the Creator | 创造的能力和造物主 |
| Cro-Magnon man | 克罗马努人 |
| Cuvier, Georges | 乔治·居维叶 |

| | |
|---|---|
| Cytology | 细胞学 |
| Dalton, John | 约翰·道尔顿 |
| Darwin, Charles | 查尔斯·达尔文 |
| Darwinism, in biology, society, and theology | 生物学、社会以及神学中的达尔文主义 |
| Descartes, René | 勒内·笛卡儿 |
| Diastase | 淀粉酶,酶 |
| Disease, general and physiological | 普通和生理学上的疾病 |
| Dubois, Eugène | 欧仁·迪布瓦 |
| Du Bois-Reymond, Emil | 埃米尔·迪布瓦-雷蒙 |
| Durkheim, Emil | 埃米尔·涂尔干 |
| Edinburgh, University of | 爱丁堡大学 |
| Embryology | 胚胎学 |
| Embryology and biological classification | 胚胎学以及生物学分类 |
| Engels, Friedrich | 弗里德里希·恩格斯 |
| Enzyme | 酶 |
| Epigenesis | (胚胎的)渐成说 |
| Euler, Leonhard | 莱昂哈德·欧拉 |
| Evolution | 进化,进化论 |
| Experiment in biology | 生物学中的实验 |
| Explanation in physiology | 生理学上的解释 |
| Fermentation | 发酵 |
| Fertilization | 施肥,受精 |
| Fick, Adolf | 阿道夫·菲克 |
| Fol, Hermann | 赫尔曼·福尔 |
| Foodstuffs | 食物中的营养成分 |
| Fossils | 化石 |
| Form | 形态 |
| Foster, Michel | 米歇尔·福斯特 |

| | |
|---|---|
| France | 法国 |
| Frankland, Edward | 爱德华·弗兰克兰 |
| Function | 功能 |
| Galapagos Archipelago | 加拉帕戈斯群岛 |
| Galvanometer | 电流计 |
| Gaudry, Alfred | 阿尔弗雷德·戈德里 |
| Gene | 基因 |
| "General Physiology" | 普通生理学 |
| *Genesis* | 起源,诞生 |
| Genetics, population | 群体遗传学 |
| Geography, plant and animal | 动植物地理学 |
| Geology | 地质学 |
| Germ theory | 生源说 |
| Giessen | 吉森(德国城市) |
| Gliddon, George | 乔治·格利登 |
| Graham, Sylvester | 西尔维斯特·格雷厄姆 |
| Haeckel, Ernst | 恩斯特·海克尔 |
| Haller, Albrecht von | 阿尔布雷克特·冯·哈勒 |
| Harvard University | 哈佛大学 |
| Harvey, William | 威廉·哈维 |
| Hebrew | 希伯来人(古以色列人),犹太人 |
| Helmholtz, Hermann von | 赫尔曼·冯·亥姆霍兹 |
| Henle, Jacob | 雅各布·亨勒 |
| Henslow, John | 约翰·亨斯洛 |
| Heredity | 遗传,遗传性 |
| Hertwig, Oscar | 奥斯卡·赫特维希 |
| His, Wilhelm | 威廉·伊斯 |
| Historical explanation | 历史解释,基于历史的解释 |
| Hitchcock, Edward | 爱德华·希契科克 |

| | |
|---|---|
| Hooker, Joseph | 约瑟夫·胡克 |
| Hopkins, Frederick Gowland | 弗里德里克·高兰·霍普金斯 |
| Hoppe-Seyler, Felix | 费利克斯·霍佩-赛勒 |
| Hume, David | 戴维·休谟 |
| Hunter, John | 约翰·亨特 |
| Hutton, James | 詹姆斯·赫顿 |
| Huxley, Thomas Henry | 托马斯·亨利·赫胥黎 |
| Idealistic morphology | 唯心主义的形态学 |
| Individualism | 个人主义 |
| Industrial revolution | 工业革命 |
| Institutes, physiological | 生理学研究机构 |
| Intermediary metabolism | 新陈代谢的中间过程 |
| Isomerism | 异构 |
| Johannsen, Wilhelm | 威廉·约翰森 |
| Johns Hopkins University | 约翰·霍普金斯大学 |
| Jones, William | 威廉·约内斯 |
| Joule, James Prescott | 詹姆斯·普雷斯科特·焦耳 |
| Kant, Immanuel | 伊曼纽尔·康德 |
| Koch, Robert | 罗伯特·科赫 |
| Kölliker, Albert von | 阿尔贝特·冯·克利克 |
| Kowalevsky, Vladimer | 弗拉基米尔·科瓦列夫斯基 |
| Kymograph | 记波器 |
| Lafitau, Joseph | 约瑟夫·拉菲托 |
| Lamarck, Jean Baptiste de | 让·巴蒂斯特·德·拉马克 |
| La Mettrie, Julien Offray de | 朱利安·奥弗雷·德·拉梅特里 |
| Laplace, Pierre Simon de | 皮埃尔·西蒙·德·拉普拉斯 |
| Lavoisier, Antoine Laurent de | 安托万·洛朗·德·拉瓦锡 |
| Lawrence, William | 威廉·劳伦斯 |
| Leiden, University of | 莱顿大学 |

| | |
|---|---|
| Liebig, Georg | 格奥尔格·利比希 |
| Liebig, Justus von | 尤斯图斯·冯·李比希 |
| Linnaeus, Carolus | 卡罗勒斯·林奈 |
| Lubbock, John | 约翰·卢伯克 |
| Ludwig, Carl | 卡尔·路德维希 |
| Lyell, Charles | 查尔斯·莱伊尔 |
| Magnus, Gustav | 古斯塔夫·马格努斯 |
| Malinowski, Bronislaw | 布罗尼斯瓦夫·马利诺夫斯基 |
| Malthus, Thomas Robert | 托马斯·罗伯特·马尔萨斯 |
| Man, diversity of; fossil; in society; moral nature; place in nature; sciences of; unity of | 人的多样性;人的化石;社会中的人;人的道德本性;人在自然中的位置;人的科学;人的统一性 |
| Marburg, University of | 马尔堡大学 |
| Marine biology | 海洋生物学 |
| Marsh, Othniel | 奥思尼尔·马什 |
| *Materia medica* | 药物学,药物 |
| Materialism, German | 德国唯物主义 |
| Mauss, Marcel | 马塞尔·莫斯 |
| Mayer, Julius Robert | 朱利叶斯·罗伯特·迈耶 |
| Mechanics | 机械学,力学 |
| Mechanism | 机制 |
| Meckel, Johann Friedrich | 约翰·弗里德里希·梅克尔 |
| Meiosis | 减数分裂 |
| Mendel, Gregor | 格雷戈尔·孟德尔 |
| Microscope | 显微镜 |
| Mitosis | 有丝分裂 |
| Moleschott, Jacob | 雅各布·默勒朔特 |
| Morgan, Lewis Henry | 路易斯·亨利·摩尔根 |
| Morgan, Thomas Hunt | 托马斯·亨特·摩尔根 |

| | |
|---|---|
| Morton, Samuel | 塞缪尔·莫顿 |
| Müller, Johannes | 约翰尼斯·弥勒 |
| Munich, University of | 慕尼黑大学 |
| Museum of Comparative Zoology | 比较动物学博物馆 |
| Museums of Natural History | 博物学博物馆 |
| Natural history | 博物学 |
| Natural selection | 自然选择 |
| Natural theology | 自然神学 |
| Nature-philosophy | 自然哲学 |
| *Naturphilosophie* | 自然哲学 |
| Nazi Germany | 纳粹德国 |
| Neanderthal man | 尼安德特人(旧石器时代中期的古人化石) |
| Neptunism | 水成论 |
| Nervous action | 神经活动 |
| Neumayr, Melchior | 梅尔希奥·诺伊迈尔 |
| Newton, Isaac | 艾萨克·牛顿 |
| Nordic | 斯堪的纳维亚人 |
| Normal and Pathological, concepts of | 正常和病理的概念 |
| Nott, Josiah | 乔赛亚·诺特 |
| Oken, Lorenz | 洛伦茨·奥肯 |
| Organic analysis | 有机分析 |
| Organs | 器官 |
| Origin of species | 物种起源 |
| Owen, Richard | 理查德·欧文 |
| Oxford University | 牛津大学 |
| Paleontology | 古生物学 |
| Paley, William | 威廉·培利 |
| Pander, Heinrich Christian | 海因里希·克里斯蒂安·潘德尔 |

| | |
|---|---|
| Paris, natural history museum; University | 巴黎博物学博物馆;巴黎大学 |
| Pasteur, Louis | 路易·巴斯德 |
| Pathological anatomy | 病理解剖学 |
| Pepsin | 多肽 |
| Pettenkofer, Max von | 马克斯·冯·佩滕科费尔 |
| Petty, William | 威廉·佩蒂 |
| Pflüger, Eduard | 爱德华·普夫吕格尔 |
| Philadelphia | 费城(美国城市) |
| Physicalism | 物理主义 |
| Physiological instruments | 生理学仪器 |
| Physiology | 生理学 |
| Pinel, Philippe | 菲利普·皮内尔 |
| Pithecanthropus | 爪哇猿人(世界上最早发现的猿人化石) |
| Plato | 柏拉图 |
| Ploetz, Alfred | 阿尔弗雷德·普勒茨 |
| Positivism | 实证主义 |
| Preformation | 预成论 |
| Prussia | 普鲁士 |
| Psychology | 心理学 |
| Race and racism | 种族和种族主义 |
| Radcliffe-Brown, Alfred | 阿尔弗雷德·拉德克利夫-布朗 |
| Ray, John | 约翰·雷 |
| Recapitulation doctrine | 重演学说 |
| Reductionism | 还原论 |
| Remak, Robert | 罗伯特·雷马克 |
| Respiration | 呼吸 |
| Rigby, Edward | 爱德华·里格比 |
| Roux, Wilhelm | 威廉·鲁 |

| | |
|---|---|
| Rubner, Max | 马克斯·鲁布纳 |
| Rüttimeyer, Ludwig | 路德维希·吕蒂迈尔 |
| Saint-Simon, Henri de | 亨利·德·圣西蒙 |
| Sanskrit | 梵语 |
| Scale of being | 存在物的等级 |
| Schelling, Friedrich W.J. | 弗里德里希·W·J·谢林 |
| Schleiden, Matthias Jacob | 马蒂亚斯·雅各布·施莱登 |
| Schwann, Theodor | 西奥多·施万 |
| Secretion | 分泌 |
| Serres, Etienne | 艾蒂安·塞尔 |
| Smithsonian Institution | 史密森学会 |
| Sociology | 社会学 |
| Social organism | 社会机体 |
| Species problem | 物种问题 |
| Spectroscope | 分光镜 |
| Spencer, Herbert | 赫伯特·斯宾塞 |
| Stokes, George | 乔治·斯托克斯 |
| "Struggle for existence" | 生存斗争 |
| Sumner, William Graham | 威廉·格雷厄姆·萨姆纳 |
| "Survival of the fittest" | 适者生存 |
| Swammerdam, Jan | 扬·斯瓦默丹 |
| Theology | 神学 |
| Thomsen, Christian | 克里斯蒂安·汤姆森 |
| Time | 时间 |
| Tissues | 组织 |
| Transformation | 转型 |
| Traube, Moritz | 莫里茨·特劳贝 |
| Treviranus, Gottfried | 戈特弗里德·特雷维拉努斯 |
| Trinity College, Cambridge | 剑桥三一学院 |

| | |
|---|---|
| Turgot, Anne Robert Jacques | 安妮·罗伯特·雅克·杜尔哥 |
| Tylor, Edward | 爱德华·泰勒 |
| Uniformitarianism | 均变论(认为地质变化并非由突然的剧变引起而是由缓慢的逐渐过程所导致) |
| Universal grammar | 普适语法 |
| Universal history | 普适历史 |
| Urea | 尿素 |
| Variation of plants and animals | 植物和动物的变异 |
| Varigny, Henry de | 亨利·德·瓦里尼 |
| Vestiges of the natural history of creation | 创造的自然发展过程的痕迹 |
| Virchow, Rudolf | 鲁道夫·菲尔绍 |
| Vitalisms | 活力论 |
| Vitamins | 维生素 |
| Vogt, Carl | 卡尔·沃格特 |
| Voit, Carl | 卡尔·沃伊特 |
| Vulcanism | 火山现象,火山作用 |
| Wallace, Alfred Russell | 阿尔弗雷德·鲁塞尔·华莱士 |
| Washington, D.C. | 华盛顿(美国首都) |
| Wislicenus, Johannes | 约翰尼斯·维斯利策努斯 |
| Wöhler, Friedrich | 弗里德里希·韦勒 |
| Wolff, Caspar Friedrich | 卡斯帕·弗里德里希·沃尔夫 |
| Würzburg, University of | 维尔茨堡大学 |
| Yale University | 耶鲁大学 |
| Zeiss, Carl | 卡尔·蔡司 |